

**UNTERSUCHUNGEN ZUM ZEITLICHEN ABLAUF
DER EFFEKTE EINER REDUKTION
UND MODIFIKATION DES NAHRUNGSFETTES
AUF DIE LIPIDKONZENTRATIONEN
IM PLASMA UND DEN
LIPOPROTEINFRAKTIONEN**

ZORA TOMASEK - ORLOWSKI

1987



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554816_0072

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. N. Zöllner

UNTERSUCHUNGEN ZUM ZEITLICHEN ABLAUF DER EFFEKTE EINER
REDUKTION UND MODIFIKATION DES NAHRUNGSFETTES AUF DIE
LIPIDKONZENTRATIONEN IM PLASMA UND DEN LIPOPROTEINFRAKTIONEN

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Zora Tomasek-Orlowski
aus Kolbermoor

1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter	:	Prof. Dr. G. Wolfram
Mitberichterstatter	:	Prof. Dr. N. Zöllner
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter	:	Priv. Doz. Dr. O. Adam
Tag der mündlichen Prüfung	:	26.05.1987

Meiner Großmutter Marie gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	METHODIK	2
2.1.	Versuchspersonen	2
2.2.	Formeldiäten	2
2.3.	Versuchsbedingungen	3
2.4.	Versuchsdurchführung	3
2.5.	Bestimmungsmethoden	3
2.5.1.	Bestimmung der Triglyceridkonzentration im Plasma	4
2.5.2.	Bestimmung der Cholesterinkonzentration im Plasma	5
2.5.3.	Bestimmung der Konzentration in den Lipoproteinen	7
2.5.4.	Berechnungen	8
3.	ERGEBNISSE	9
3.1.	Gesamtcholesterin im Plasma	9
3.1.1.	Plasmacholesterinkonzentration unter FDI	9
3.1.2.	Plasmacholesterinkonzentration unter FDII	10
3.1.3.	Plasmacholesterinkonzentration unter FDIII	12
3.2.	Cholesterinkonzentration in den Lipoproteinen	13
3.2.1.	VLDL - Cholesterin	13
3.2.2.	LDL - Cholesterin	14
3.2.3.	HDL - Cholesterin	15

3.	ERGEBNISSE	
3.3.	Triglyceridkonzentration im Plasma	16
3.3.1.	Triglyceridkonzentration im Plasma unter FD I	16
3.3.2.	Triglyceridkonzentration im Plasma unter FD II	18
3.3.3.	Triglyceridkonzentration im Plasma unter FD III	19
3.4.	Triglyceridkonzentration in den Lipoproteinen	20
3.4.1.	VLDL - Triglyceride	20
3.4.2.	LDL - Triglyceride	21
3.4.3.	HDL - Triglyceride	22
4.	DISKUSSION	24
5.	ZUSAMMENFASSUNG	32
6.	ABBILDUNGEN UND TABELLEN	34
7.	LITERATURVERZEICHNIS	65

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

VP	Versuchspersonen
FS	Fettsäure
Chol	Cholesterin
TG	Triglyceride
FD	Formeldiät
VLDL	very low density lipoprotein (Lipoproteine sehr niedriger Dichte)
LDL	low density lipoprotein (Lipoproteine niedriger Dichte)
HDL	high density lipoprotein (Lipoproteine hoher Dichte)
VV	Vorversuch
NV	Nachversuch
P/S-	polyunsaturated/saturated fatty acids
Quotient	Verhältnis von mehrfachungesättigten zu gesättigten FS
$\bar{x}$	Mittelwert
$\overline{SD}$	Standardabweichung

1. EINLEITUNG

Die Hyperlipidämie wird als Risikofaktor erster Ordnung für die Entstehung der Arteriosklerose angesehen (1, 7, 19, 34, 35, 42). Die Folgekrankheiten der Arteriosklerose, das sind vor allem der Herzinfarkt, der Apoplex, die Nierenarteriosklerose und die periphere arterielle Verschußkrankheit, nehmen in allen Industrienationen seit 50 Jahren stetig zu. Man unterscheidet bei den Hyperlipidämien die Hypercholesterinämie und die Hypertriglyceridämie. Beide Erkrankungen sind genetisch determiniert. Nur bei der homozygoten Form der Hypercholesterinämie hat die Art der Ernährung keinen wesentlichen Einfluß auf die Höhe der Lipidspiegel im Plasma (6). Alle anderen Formen der Hyperlipidämie sind ernährungsabhängig. Zur Senkung der erhöhten Triglyceridkonzentration wird eine Reduktion der Nahrungsenergie auf das erforderliche Maß und die Vermeidung rasch resorbierbarer Kohlenhydrate empfohlen. Die Ernährungstherapie der Hypercholesterinämie umfaßt neben der Reduktion der Nährstoffzufuhr auf das erforderliche Maß die Verminderung der Fettzufuhr auf 30% der Nahrungsenergie und die Verminderung gesättigter Fette zugunsten der mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Kost. Dabei sollte das Verhältnis von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren etwa gleich sein (11, 13, 14, 39, 44, 45, 47, 50, 52, 54, 56, 57).

Der vorliegende Ernährungsversuch sollte die Wirkung von extremer Fettreduktion und von einer besonders hohen Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren auf die Plasmalipide untersuchen.

2. METHODIK

2.1. VERSUCHSPERSONEN

An dem Ernährungsversuch, der sich über 6 Wochen erstreckte, nahmen 6 klinisch gesunde Studentinnen teil, die sich ausschließlich von den Formeldiäten ernährten. Alter, Größe und Gewicht sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Der tägliche Energiebedarf wurde durch ein über 8 Tage vor dem Beginn des Versuches geführtes Ernährungsprotokoll (unter freier Kost) ermittelt. Dabei ergab sich bei der einzelnen VP ein Energiebedarf zwischen 2 200 - 3 000 kcal. Da das Körpergewicht während des Versuches konstant bleiben sollte, mußte bei den VP A und D der ermittelte Energiebedarf nach zwei Wochen erhöht werden, um eine Gewichtsabnahme zu verhindern.

2.2. FORMELDIÄTEN

Für die VP standen 3 verschiedene FD zur Verfügung, deren Zusammensetzung der Tabelle 2 zu entnehmen ist. Bei allen 3 FD war der Eiweißanteil mit 15% der Nahrungsenergie gleich. Als Elektrolyte wurden 5g NaCl, 3g KCl, 0,6g Chol/d und 500 ml H₂O zugesetzt. Zu den FD konnten verschiedene Geschmackskorrigenzen nach Wahl, wie Zimt, Vanille, Kaffee, Lebkuchengewürz und Paprika zugesetzt werden.

Die FD I war fettfrei und enthielt neben 15 Energie% Eiweiß 85% Kohlenhydrate in Form von Maltodextrin. Die FD II und FD III enthielten verschiedene Fettgemische mit unterschiedlich hohen P/S-Quotienten (Tab.3). Der Fettanteil von FD II bestand aus Olivenöl, Distelöl und Butter, und aus 10g Linolsäure täglich zugegeben. Diese Fettart hatte einen P/S-Quotienten von 0,46. Der Fettanteil der FD III bestand aus Distelöl mit einem P/S-Quotienten von 11,1 und enthielt 50g Linolsäure pro Tag.

2.3. VERSUCHSBEDINGUNGEN

Jeweils zwei der VP erhielten die 3 FD in unterschiedlicher Folge; die Zuteilung zu den FD ist der Tabelle 4 zu entnehmen. Jede FD wurde 2 Wochen lang gegeben; die VP gingen während des Ernährungsversuches ihren gewohnten Tätigkeiten nach. Die Körpertemperatur wurde jeden Morgen um 7 Uhr gemessen und das Körpergewicht täglich geprüft. Vitamine wurden in Form eines Dragees "Multibionta" (Fa. E. Merck, 6100 Darmstadt) eingenommen. Um einen Eisenmangel zu vermeiden, wurde jeden 2.-3. Tag 1 Dragee eines Eisenpräparats, welches 100mg Fe^{II} enthielt (Ferro 66^R dl, Fa. Promonta 2000 Hamburg), verabreicht. Die Zufuhr energiefreier Flüssigkeiten war nicht eingeschränkt, die Flüssigkeitsbilanz wurde jeden Tag erstellt. Medikamente oder Antikonzeptiva wurden 2 Wochen vor und während des Versuchs nicht eingenommen.

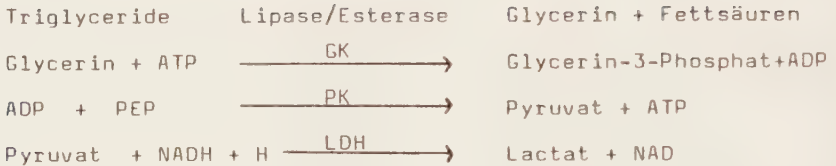
2.4. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Vor Versuchsbeginn und 6 Wochen nach Versuchsende sowie während des Versuches am 6., 8., 12. und 14. Tag jeder zweiwöchigen Formeldiätsperiode wurde den VP nüchtern Blut aus der Cubitalvene in EDTA-Röhrchen entnommen. Durch Zentrifugieren wurde das Plasma gewonnen und die Konzentration von Cholesterin und Triglyceriden im Plasma und in den Lipoproteinfraktionen (VLDL, LDL, HDL) untersucht.

2.5. BESTIMMUNGSMETHODEN

- 2.5.1. Die Bestimmung der Triglyceride im EDTA-Plasma und in den Lipoproteinfraktionen erfolgte mit der Biotechnica Test-Combination der Fa. Boeringer Mannheim, mod. nach Wahlefeld, A. W. (55).

2.5.1. Testprinzip:



Diese Triglycerid-Bestimmungsmethode beruht auf dem Prinzip der enzymatischen Spaltung. Die NADH-Menge, die während der chem. Reaktion verbraucht wird, ist der Glycerinmenge äquivalent. Diese Meßgröße läßt sich aufgrund ihrer Absorption bei der Wellenlänge Hg 365 nm bestimmen.

Reagenzien:

Inhalt	Konzentrationen der gebrauchsfertigen Lösungen
1. Puffer	
Phosphat-Puffer	50 mmol/l; pH 7
Magnesiumsulfat	4 mmol/l
Natrium-Dodecylsulfat	0,35 mmol/l
2. NADH/ATP/PEP	10 mmol/l; 22mmol/l; 18 mmol/l
reduz. Nicotinamide- nin-dinucleotid / Adenosin-5'-triphosphat/ Phosphoenol-pyruvat	
3. LDH/PK/Lipase	≥ 300 U/ml; ≥ 50 U/ml; $\geq 4\ 000$ U/ml
Lactat-Dehydrogenase/ Pyruvat-Kinase Esterase	
4. GK (Glycerokinase)	≥ 150 U/ml

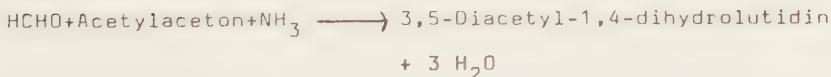
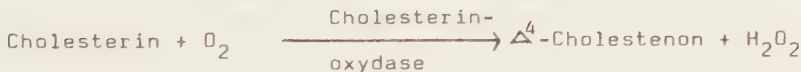
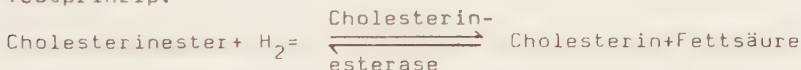
- 2.5.1. Der Reagenzienleerwert (RL) wurde gegen Luft bei Wellenlänge 365 nm Hg bestimmt. Zu dieser Bestimmung wurde statt EDTA-Plasma aqua destillata eingesetzt. Diesen Wert mußte man stets von der erhaltenen Extinktion abziehen, die man mit der Probe erhalten hatte.

$$E_1 - E_2 = E_{RL} \quad E_1 - E_2 - E_{RL} = \Delta E$$

Zur Qualitätskontrolle ist Precilip^R mit Sollwertangaben verwendet worden.

- 2.5.2. Zur Bestimmung der Cholesterinkonzentration im EDTA Plasma und in den Lipoproteinfraktionen wurde die Test-Combination der Fa.Boeringer Mannheim, mod. nach P. Röschau (42) benutzt.

Testprinzip:



2.5.2. Diese Katalase-Methode ist ein enzymatischer Farbstest. Im Verlauf der chem. Reaktion oxydiert das entstandene H_2O_2 mit Hilfe des Enzyms Katalase Methanol zu Formaldehyd. Dieser Stoff bildet mit Acetylaceton in Gegenwart von NH_3 -Ionen eine gelbe Verbindung, 3,5-Diacetyl-1,4-dihydrolutidin. Die Farbintensität dieser Verbindung ist der Cholesterinkonzentration proportional und kann photometrisch bei 405 nm Wellenlänge gemessen werden.

Reagenzien:

Inhalt	Konzentrationen der gebrauchsfertigen Lösungen
1. Puffer (Amoniumphosphat)	0,6 mol/l; pH 7
Methanol/Katalase	1,7 mol/l; ≈ 700 U/ml
2. Acetylaceton/Methanol	0,42 mol/l; 2,5 mol/l
Hydroxypolyäthoxydodekan	2,1%
3. Cholesterinesterase	≈ 7 U/ml
4. Cholesterinoxidase	≈ 4 U/ml

Zur Qualitätskontrolle wurde Precilip^R mit Sollwertangaben verwendet.

- 2.5.3. Um die Cholesterin- und Triglyceridkonzentrationen in den Lipoproteinfraktionen zu bestimmen, wurde das Plasma durch präparative Ultrazentrifugation nach der Dichte (D) in Salzlösungen getrennt. Man erhielt dadurch die VLDL, LDL und HDL Lipoproteine.

Trennung der Lipoproteine durch Ultrazentrifugation

VLDL (D = 0,940 - 1 006 g/ml)

8 ml EDTA Plasma wurden mit 4ml NaCl auf eine Dichte von 1,006 g/ml gebracht und 40 Stunden in einer Festwinkel-Ultrazentrifuge bei 40 000 rpm zentrifugiert. Die VLDL flotierte im Überstand und wurden von den sedimentierten Lipoproteinen mit einem Schneidegerät getrennt.

LDL (D = 1,006 - 1,063 g/ml)

Aus dem sedimentierten Unterstand, der die Lipoproteine LDL + HDL enthielt, wurden 6 ml mit 6 ml NaCl auf eine Dichte 1,063 eingestellt und 20 Stunden bei 40 000 rpm zentrifugiert. Hierdurch wurde die LDL-Fraktion gewonnen.

HDL (D = 1,063 - 1,210 g/ml)

Von dem Unterstand wurden 5 ml mit 7 ml NaCl auf eine Dichte von 1,21 g/ml eingestellt und bei 40 000 rpm zentrifugiert, wodurch die HDL-Fraktion gewonnen wurde. In dem Unterstand wurde ebenfalls die Konzentration der Triglyceride, bzw des Cholesterins, die sog. Rest-Konzentration, ermittelt.

2.5.4. Berechnungen

Die Konzentration (c) der Triglyceride im Plasma wird aus der resultierenden Extinktion ΔE und dem Berechnungsfaktor, er betrug 1318 bei der Wellenlänge Hg 365 nm, errechnet.

$$c \text{ (mg/100 ml)} = 1318 \times E$$

Die Konzentration (c) der Triglyceride in den Lipoproteinen errechnet man wie folgt :

$$\text{VLDL : } \frac{(\text{1. Überstand} + \text{Nachspülmenge})}{\text{Eingesetzte Plasmamenge}} \times c_{\text{VLDL}} = c \quad (\text{mg/100ml})$$

$$\text{LDL : } \frac{(\text{2. Überstand} + \text{Nachspülmenge})}{\text{Eingesetzte Plasmamenge}} \times \frac{\text{1. Unterstand}}{6 \text{ ml}} \times c_{\text{LDL}} =$$

$$= c \text{ (mg/100 ml)}$$

$$\text{HDL : } \frac{(\text{3. Überstand} + \text{Nachspülmenge})}{\text{Eingesetzte Plasmamenge}} \times \frac{\text{1. Unterstand}}{6 \text{ ml}} \times$$

$$\times \frac{\text{2. Unterstand}}{5 \text{ ml}} \times c_{\text{HDL}} = c \text{ (mg/100 ml)}$$

$$\text{Rest : } \frac{\text{3. Unterstand}}{\text{Eingesetztes PL.}} \times \frac{\text{1. Unterstand}}{6 \text{ ml}} \times \frac{\text{2. Unterstand}}{5 \text{ ml}} \times$$

$$\times c_{\text{Rest}} = c \text{ (mg/100 ml)}$$

3. ERGEBNISSE

Alle VP haben die Formeldiäten gut vertragen. Die Reduktion des Körpergewichts in den ersten zwei Wochen des Ernährungsversuchs war durch die Umstellung auf die FD und ihren relativ niedrigen Natriumgehalt bedingt.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 5-18 und Abbildungen 1-14 im Anhang aufgelistet. Durch Mehrfachbestimmungen und Qualitätsprüfung wurde die methodische Fehlerbreite mit 3% bestimmt.

3.1. GESAMTCHOLESTERIN IM PLASMA

Bei allen VP (n=6) lagen die vor und nach dem Versuch unter freier Kost gemessenen Plasmacholesterinwerte im Normbereich. Der Mittelwert aller Versuchspersonen war beim VV 192 mg/100 ml. Der Nachversuchswert betrug 195,6 mg/100 ml und war mit dem VV-Wert nahezu identisch (Tab.7).

3.1.1. PLASMACHOLESTERINKONZENTRATION UNTER FD I

Unter der fettfreien FD I sind am 6. Tag bei allen VP die Cholesterinmittelwerte im Vergleich zum VV-Wert abgesunken. Die Abnahme lag zwischen 22 und 47 mg/100 ml. Die mittlere Abnahme betrug 34,8 mg/100 ml. Am 8. Tag, verglichen mit dem 6. Tag, zeigte sich eine unbedeutende Abnahme der Cholesterinkonzentration. Bei 3 VP sind die Werte um 4, 5 und 11 mg/100 ml abgesunken, bei 3 VP zeigten sie einen Anstieg von 1 und 11 mg/100 ml, und bei der VP C blieb der Wert unverändert. Die daraus resultierende mittlere Abnahme von 1,33 mg/100 ml

lag innerhalb der Meßgenauigkeit. Am 12. Tag, im Vergleich zu dem 8. Tag, war die geringe Zunahme von 0,5 mg/100 ml ebenfalls im Rahmen der Meßgenauigkeit, da sich bei 3 VP ein Anstieg der Cholesterinwerte um 7, 11 und 20 mg/100 ml sowie eine Abnahme von 7 und 28 mg/100 ml bei 2 VP zeigte und ein gleichbleibender Wert bei der VP B festzustellen war. Am letzten, dem 14. Tag dieser fettfreien Versuchsperiode, war im Vergleich zum 12. Tag der Cholesterinwert nur unbedeutend um 0,16 mg/100 ml im Mittelwert gesunken. Bei 2 VP war der Wert um 12 und 27 mg/100 ml gesunken, bei 3 VP war der Wert um 4, 10 und 24 mg/100 ml gestiegen, und bei der VP A war der Cholesterinspiegel gleichgeblieben. Die mittlere Abnahme zum VV-Wert belief sich auf 33,8 mg/100 ml. Der Mittelwert des Cholesterinspiegels nahm unter dem Einfluß der fettfreien FD I bis zum 6. Tag dieser Versuchsperiode deutlich ab. Der Kontrollwert am Ende dieser Versuchsperiode war, bedingt durch unterschiedliche Änderungen bei den einzelnen VP, annähernd gleich. (Tab. 8; Abb. 1)

3.1.2. PLASMA-CHOLESTERINKONZENTRATION UNTER FD II

Unter der FD II mit dem P/S-Quotienten 0,46 war am 6. Tag eine geringe Abnahme des Mittelwertes um 6,1 mg/100 ml im Vergleich zum VV zu beobachten. Bei 2 VP kam es zu einer deutlichen Abnahme von 28 und 46 mg/100 ml, während bei den übrigen 4 VP ein Anstieg der Cholesterinkonzentration von 5, 7, 9 und 16 mg/100 ml festzustellen war.

Am 8. Tag, verglichen mit dem 6. Tag, nahm die mittlere Cholesterinkonzentration um 4,7 mg/100 ml zu, da bei 5 VP eine Zunahme von 3, 3, 5 und 15 mg/100 ml und nur bei der VP C eine Senkung um 11 mg/100 ml gemessen wurde.

Am 12. Tag der Versuchsperiode ergab sich keine meßbare Änderung zum 8. Tag und zum VV-Wert. Im Vergleich zum 8. Tag zeigte sich bei 3 VP eine Abnahme der Cholesterinwerte von 2, 23 und 29 mg/100 ml und bei den restlichen 3 VP ein Anstieg von 1, 23 und 11 mg/100 ml. Die mittlere Abnahme betrug 1,5 mg/100 ml.

Am 14. Tag wirkte sich der Anstieg der Werte bei 3 VP um 4, 8 und 38 mg/100 ml im Vergleich zum 12. Tag nicht sehr aus, da die Senkung bei den anderen 3 VP von 1, 9 und 38 mg/100 ml ausgleichend wirkte. Der gemessene Wert der Cholesterinkonzentration lag niedriger als unter frei gewählter Kost (VV). Die mittlere Zunahme betrug 0,3 mg/100 ml.

Die Cholesterinkonzentration im Plasma war unter dem Einfluß der FD II aufgrund der unterschiedlich gerichteten Veränderungen bei einzelnen VP etwa den Werten des VV und NV gleich. (Tab. 8; Abb. 2)

3.1.3. PLASMACHOLESTERINKONZENTRATION UNTER FD III

Während der FD III mit dem P/S Quotienten von 11,1 ergab sich bereits am 6. Tag eine signifikante Abnahme des Cholesterinspiegels bei 5 VP von 16 bis 60 mg/100 ml im Vergleich zum VV, woraus eine mittlere Abnahme von 27,3 mg/100 ml resultierte. Der Anstieg bei der VP 8 um 1 mg/100 ml war innerhalb der Meßgenauigkeit.

Am 8. Tag war im Vergleich zum 6. Tag der Versuchsperiode keine Änderung des Cholesterinspiegels feststellbar, der Mittelwert nahm um 0,5 mg/100 ml ab. Dabei fand sich eine Abnahme der Werte bei 2 VP um 9 und 15 mg/100 ml und eine Erhöhung der Werte bei 4 VP um 3, 3, 4 und 11 mg/100 ml.

Am 12. Tag hatte der Cholesterinspiegel im Vergleich zum 8. Tag im Mittel um 9,3 mg/100 ml abgenommen. Bei 4 VP war eine Abnahme um 4, 18, 18 und 28 mg/100ml und bei den anderen 2 VP ein Anstieg um 4 und 8 mg/100 ml festzustellen.

Am 14. Tag der Versuchsperiode war ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Im Vergleich zum 12. Tag zeigten die Messungen bei 4 VP eine Zunahme von 12, 15, 20 und 31 mg/100 ml und bei 2 VP eine Abnahme von 13 und 34 mg/100 ml. Die mittlere Zunahme betrug 5,1 mg/100 ml im Vergleich zum 12. Versuchstag.

Unter dem Einfluß der FD III ergab sich nach dem Abfall der Cholesterinwerte am 6. Tag weiterhin eine stetig sinkende Tendenz der Cholesterinkonzentration bis zum 12. Tag. Am 14. Tag war ein Anstieg der Werte im Vergleich zum 12. Tag festzustellen (Tab. 8; Abb. 3).

3.2. CHOLESTERINKONZENTRATION IN DEN LIPOPROTEINFRAKTIONEN UNTER DEM EINFLUSS DER VERSCHIEDENEN FORMELDIÄTEN

3.2.1. VLDL - CHOLESTERIN

Die ermittelten Werte der VP (n=6) lagen im VV und NV unter freier Kost im Normbereich. Bei dem VV betrug der Mittelwert 19 mg/100 ml und bei dem NV 16 mg/100 ml. Unter dem Einfluß der fettfreien FD I war bei allen 6 VP im Vergleich zum VV eine Abnahme der Cholesterinkonzentration von 2-12 mg/100 ml festzustellen. Die mittlere Abnahme belief sich auf 8 mg/100 ml.

Während der FD II zeigte sich im Vergleich zu den mit FD I erreichten Werten ein Anstieg der Cholesterinkonzentration im Plasma bei 5 VP von 3-11 mg/100 ml, bei der VP 8 blieb der Wert gleich. Dadurch ergab sich ein mittlerer Anstieg um 6,2 mg/100 ml. Dieser Wert lag niedriger als der VV-Wert. Gegenüber dem VV-Wert war eine mittlere Abnahme von 1,8 mg/100ml zu verzeichnen, die aus einer Verminderung der Cholesterinkonzentration bei 4 VP um 1, 4, 7 und 8 mg/100ml und einer Zunahme bei 2 VP um 4 und 5 mg/100 ml resultierte.

Unter der FD III war im Vergleich zum VV-Wert die Abnahme der Cholesterinwerte bei 4 VP um 3, 6, 16 und 18 mg/100 ml ausschlaggebend. Die geringe Zunahme bei VP 8 von 8 mg/100 ml und die gleichbleibende Cholesterinkonzentration bei VP D änderten an der Abnahme des Mittelwertes wenig. Die mittlere Abnahme betrug 5,8 mg/100 ml. Auch im Vergleich zur FD II-Versuchsperiode war eine mittlere Abnahme des Cholesterinspiegels um 4 mg/100 ml festzustellen (Tab.9; Abb. 5).

3.2.2. LDL - CHOLESTERIN

Beim VV unter freier Kost betrug die mittlere LDL-Cholesterinkonzentration der VP (n=6) 97 mg/100 ml. Der ermittelte NV-Wert war mit 103 mg/100 ml nur wenig höher als der VV-Wert. Beide Werte lagen im Normbereich der Altersgruppe.

Unter dem Einfluß der fettfreien FD I waren die LDL-Cholesterinkonzentrationen im Vergleich zum VV bei 5 VP von 4 bis 18 mg/100 ml gestiegen. Die mittlere Abnahme betrug 6,8 mg/100 ml.

Am Ende der FD II mit dem P/S-Quotienten 0,46 ergab sich gegenüber dem VV-Wert bei 3VP eine Zunahme von 2, 4 und 49 mg/100 ml. Eine geringe Abnahme von 1, 2 und 15 mg/100 ml zeigte sich bei den anderen 3 VP. Die mittlere Zunahme betrug 6,2 mg/100 ml. Auch im Vergleich zur FD I zeigte sich eine deutliche Zunahme der Cholesterinkonzentration. Bei 5 VP war eine Zunahme der Cholesterinkonzentration von 3 bis 58 mg/100 ml festzustellen, und nur bei der VP F war eine Abnahme um 17 mg/100 ml nachzuweisen. Die mittlere Zunahme im Vergleich zur FD I betrug 13 mg/100 ml.

Eine erhebliche Abnahme der LDL-Cholesterinkonzentration zeigten die Werte am Ende der FD III mit dem P/S-Quotienten 11,1. Hier sanken die Konzentrationen des LDL-Cholesterins sowohl im Vergleich zu den VV-Werten als auch im Vergleich zu FD I und FD II. Gegenüber dem VV-Wert ergab sich eine Abnahme von 16 bis 19 mg/100 ml bei 5 VP und eine Zunahme von 13 mg/100 ml bei der VP D. Die mittlere Abnahme belief sich auf 12,6 mg/100 ml. Im Vergleich zur FD I wurde bei 4 VP eine Abnahme

me um 2 bis 32 mg/100 ml und bei 2 VP eine Zunahme der Werte um 1 und 22 mg/100 ml ermittelt. Die durchschnittliche Abnahme betrug 5,3 mg/100 ml. Gegenüber der FD II sanken die Werte um 2 bis 36 mg/100 ml und ergaben eine mittlere Abnahme von 18,3 mg/100 ml (Tab.10; Abb. 6).

3.2.3. HDL - CHOLESTERIN

Der mittlere Wert der HDL-Cholesterinkonzentration betrug bei den VP (n=6) unter freier Kost 43 mg/100 ml. Der NV-Wert von 48,5 mg/100 ml wich nur wenig vom VV- Wert ab. Beide Werte lagen im Normbereich. Im Vergleich zum VV-Wert zeigten die Cholesterinkonzentrationen in den HDL am Ende der FD I bei 4 VP eine Abnahme von 2 bis 15 mg/100 ml. Die mittlere Abnahme gegenüber dem VV-Wert betrug 3 mg/100 ml. Am Ende der FD II ergab sich ein Anstieg des Mittelwertes der Cholesterinkonzentration zum VV. Bei 4 VP wurde eine Zunahme der Cholesterinkonzentration zwischen 3 und 19 mg/100 ml gemessen, bei 2 VP fand sich eine Abnahme um 3 und 8 mg/100 ml. Die mittlere Zunahme betrug 5,5 mg/100 ml. Im Vergleich zu dem Wert am Ende der FD I stieg das HDL-Cholesterin bei 5 VP von 2 bis 17 mg/100 ml an, jedoch beeinflusste die Abnahme von 4 mg/100 ml bei der VP E die mittlere Zunahme von 8,5 mg/100 ml nur sehr gering. Der Einfluß der FD III auf die HDL-Cholesterinkonzentration ergab eine Zunahme des HDL-Cholesterins sowohl gegenüber dem VV-Wert als auch gegenüber der FD I. Zum VV-Wert zeigte sich bei 4 VP eine Zunahme

der Cholesterinkonzentration zwischen 2 bis 15 mg/100 ml, bei 2 VP sind die Werte um jeweils 2 mg/100ml gesunken. Die mittlere Zunahme betrug 3,8 mg/100 ml. Im Vergleich zur FD I war eine Zunahme bei 5 VP von 4 bis 17 mg/100 ml zu verzeichnen, bei VP E blieb der Wert unverändert. Die mittlere Zunahme belief sich auf 6,8 mg/100 ml. Eine geringe Abnahme der Werte war nur im Vergleich zu den Werten am Ende der FD II festzustellen. Die mittlere Abnahme von 1,7 mg/100 ml resultierte aus der Abnahme der Werte bei 3 VP zwischen 4 und 16 mg/100 ml und dem Anstieg bei den anderen 3 VP von 4 bis 5 mg/100 ml (Tab. 11; Abb.7).

3.3. TRIGLYCERIDKONZENTRATION IM PLASMA

Die Triglyceridkonzentration im Plasma der sechs VP lag unter freier Kost beim Vorversuch mit 97 mg/100 ml im Normbereich. Der Nachversuchswert unterschied sich mit 92,8 mg/100 ml vom VV-Wert nur geringfügig.

3.3.1. TRIGLYCERIDKONZENTRATION IM PLASMA UNTER FD I

Am 6. Tag der fettfreien FD I war die Konzentration der Triglyceride bei 4 VP um 20 bis 54 mg/100 ml höher als der VV-Wert. Trotz der Abnahme des Triglyceridspiegels bei 2 VP um 14 und 16 mg/100 ml ergab sich gegenüber dem VV-Wert eine mittlere Zunahme von 19,2mg/100 ml.

Am 8. Tag zeigte sich eine mittlere Abnahme von 1,7 mg/100 ml im Vergleich zu dem VV-Wert und gegenüber dem

6. Tag dieser Versuchsperiode. Bei 4 VP betrug die Abnahme zwischen 2 und 110 mg/100 ml. Der geringe Anstieg von 10 und 21 mg/100 ml bei 2 Vp beeinflusste die Abnahme des Mittelwertes um 20,8 mg/100 ml nur gering.

Am 12. Tag hatte die Triglyceridkonzentration im Plasma im Vergleich zum VV-Wert um 23 mg/100 ml im Mittel zugenommen. Dies war im Vergleich zum 6. Tag dieser Versuchsperiode eine Zunahme im Mittel um 5,8 mg/100 ml. Auch im Vergleich zum 8. Tag dieser Versuchsperiode nahm die mittlere Triglyceridkonzentration um 24,7 mg/100 ml zu.

Am 14. Tag der Versuchsperiode war ein Anstieg des Triglyceridspiegels im Vergleich zu allen vorhergehenden Werten zu verzeichnen. Im Vergleich zum VV-Wert ergab sich ein mittlerer Anstieg um 28,3 mg/100 ml, zum 6. Tag um 9,2 mg/100 ml, zum 8. Tag um 13,3 mg/100 ml und zum 12. Tag um 5,3 mg/100 ml.

Unter dem Einfluß der fettfreien FD I nahm die Konzentration der Triglyceride nach dem Anstieg am 6. Tag der Versuchsperiode am 8. Tag ab. Am 14. Tag stieg die Konzentration der Triglyceride über das VV-Niveau an (Tab. 13; Abb. 8).

3.3.2. TRIGLYCERIDKONZENTRATION IM PLASMA UNTER FD II

Unter der FD II waren am 6. Tag im Vergleich zum VV die Triglyceride des Plasmas im Mittel um 2 mg/100 ml gesunken.

Am 8. Tag, verglichen mit dem VV-Wert, betrug die mittlere Abnahme der Triglyceridkonzentration 10,5 mg/100 ml. Auch im Vergleich zu den Werten am 6. Tag sanken die Triglyceride bei 4 VP zwischen 3 und 45 mg/100 ml. Die Zunahme der Werte bei 2 VP lag bei 19 und 25 mg/100 ml. Die mittlere Abnahme betrug 8,5 mg/100 ml. Ein Anstieg der Triglyceride zeigte sich am 12. Tag nicht nur im Vergleich zum VV-Wert (+ 0,7 mg/100 ml), sondern auch zum Wert, der am 8. Tag erreicht wurde (+ 11,2 mg/100 ml). Bei 4 VP war die Konzentration der Triglyceride zwischen 10 bis 38 mg/100 ml gestiegen, und bei 2 VP ergab sich ein Absinken von 1 bzw. 11 mg/100 ml.

Am 14. Tag betrug die mittlere Abnahme im Vergleich zum VV-Wert 9 mg/100 ml. Im Vergleich zum 12. Tag ergab sich eine durchschnittliche Abnahme der Werte von 9,7 mg/100 ml.

Im Verlauf der FD II - Versuchsperiode konnte, verglichen mit den Werten unter freier Kost, eine Abnahme der Triglyceridkonzentration im Plasma festgestellt werden; ausgenommen waren die am 12. Tag gemessenen Werte (Tab. 13; Abb. 9).

3.3.3. TRIGLYCERIDKONZENTRATION IM PLASMA UNTER FD III

Unter der FD III betrug die mittlere Abnahme der Triglyceride am 6. Tag im Vergleich zum VV-Wert 8,3 mg/100 ml. Bei 4 VP war die Konzentration zwischen 7 und 30 mg/100 ml gesunken, bei zwei VP stiegen die Triglyceride um 10 mg/100 ml an. Am 8. Tag lag die mittlere Abnahme im Vergleich zum VV-Wert bei 23,7 mg/100 ml. Bei 5 VP zeigte sich eine Abnahme der Triglyceridkonzentration von 7 bis 54 mg/100 ml und bei der VP _F ein Anstieg von 4 mg/100 ml. Auch im Vergleich zum 6. Tag waren die Triglyceride im Plasma im Mittel um 15,7 mg/100 ml gefallen.

Am 12. Tag der Versuchsperiode zeigte sich im Vergleich zum VV-Wert eine durchschnittliche Abnahme der Werte um 12,8 mg/100 ml. Eine mittlere Zunahme im Vergleich zum 8. Tag von 11,2 mg/100 ml resultierte aus dem Ansteigen der Werte bei 4 VP von 2 bis 43 mg/100 ml; bei 2 VP nahm die Triglyceridkonzentration um 1 und 3 mg/100 ml ab.

Am 14. Tag dieser Versuchsperiode sank die Konzentration der Triglyceride unter die beim VV gemessenen Werte. Bei den VP fand sich eine Abnahme zwischen 8 und 41 mg/100 ml. Die mittlere Abnahme betrug 19,5 mg/100 ml. Im Vergleich zum 12. Tag der Versuchsperiode sank der Mittelwert um 6,7 mg/100 ml.

Unter dem Einfluß der FD III ergab sich trotz des Anstieges am 12. Tag insgesamt eine eindeutig fallende Tendenz der Triglyceridkonzentration (Tab. 13; Abb.10).

3.4. TRIGLYCERIDKONZENTRATION IN DEN LIPOPROTEINEN

3.4.1. V L D L - TRIGLYCERIDE

Der unter freier Kost gemessene VV-Wert von 45 mg/100 ml lag gering höher als der NV-Wert, der 40 mg/100 ml betrug. Beide Werte waren im Normbereich.

Die Konzentration der VLDL unter der fettfreien FD I ergab eine Zunahme der Werte bei allen VP zwischen 1 und 48 mg/100 ml im Vergleich zum VV-Wert. Im Mittel betrug die Triglyceridkonzentration in den VLDL 20,3 mg/100 ml.

Unter dem Einfluß der FD II mit dem P/S-Quotienten von 0,46 sanken die Konzentrationen sowohl im Vergleich zum Vorversuch, als auch im Vergleich zu den Werten unter FD I. Bei 4 VP lag die Abnahme zwischen 2 und 20 mg/100 ml; die mittlere Abnahme belief sich auf 11,5 mg/100 ml. Im Vergleich zu den am Ende der FD I gemessenen Werten war eine Abnahme der Triglyceride bei allen VP zu verzeichnen, im Mittel um 24,3 mg/100 ml. Die Zunahme bei 2 VP betrug 2 und 20 mg/100 ml. In der FD III-Versuchsperiode mit dem P/S-Quotienten 11,1 war die Triglyceridkonzentration in den VLDL bei 4 VP um 3, 18, 22 und 23 mg/100 ml im Vergleich zum VV-Wert gesunken. Eine geringe Zunahme von 3 und 11 mg/100 ml war bei 2 VP festzustellen. Die mittlere Abnahme lag bei 8,6 mg/100 ml. Auch im Vergleich zur FD I- und FD II-Versuchsperiode war eine mittlere Abnahme von 29 und 4,6 mg/100 ml nachzuweisen. Die Triglyceridkonzentration in den VLDL erhöhte sich deutlich unter dem Einfluß der FD I, während am Ende der FD II und der FD III eine Abnahme zum VV-Wert festzustellen war (Tab. 16; Abb. 12).

3.4.2. L D L - TRIGLYCERIDE

Der ermittelte Wert unter freier Kost von 24 mg/100 ml lag unbedeutend höher als der im NV gemessene Wert von 22 mg/100 ml. Beide Werte waren im Normbereich.

Die LDL-Triglyceridkonzentration unter der FD I veränderte sich nur geringfügig aufgrund der verschieden gerichteten Änderungen bei den VP. Bei 4 VP war ein Anstieg von 5, 5, 13 und 17 mg/100 ml festzustellen. Dem gegenüber betrug die Abnahme bei 2 VP 4 und 10 mg/100 ml. Daraus resultierte eine mittlere Zunahme von 4,3 mg/100 ml.

Eine Abnahme der Triglyceridkonzentration in den LDL zeigte sich unter dem Einfluß der FD II im Vergleich zum VV-Wert. Bei 3 VP war eine Absenkung von 1, 7 und 15 mg/100 ml nachzuweisen. Bei den anderen 2 VP war der Wert um 4 und 10 mg/100 ml gestiegen, während er bei der VP F gleich blieb. Die mittlere Abnahme betrug 1,5 mg/100 ml. Auch gegenüber dem Wert am Ende der FD I war die Konzentration abgesunken, und zwar bei 5 VP zwischen zwischen 3 und 18 mg/100 ml. Der Anstieg bei der VP E von 5 mg/100 ml war nur gering und ließ die mittlere Abnahme 5,8 mg/100 ml betragen. Während der FD III-Versuchsperiode mit dem P/S-Quotienten 11,1 zeigte sich bei 5 VP eine Abnahme der Triglyceridkonzentration zwischen 1 und 16 mg/100 ml im Vergleich zum VV-Wert; bei der VP B war der Wert um 2 mg/100 ml gestiegen. Die mittlere Abnahme lag bei 4,7 mg/100 ml. Auch im Vergleich zu den Werten unter FD I und FD II sanken die LDL-Triglyceridkonzentrationen im Mittelwert um 9 und 3,2 mg/100 ml.

Die Triglyceridkonzentrationen änderten sich unter den Einflüssen der verschiedenen FD nur wenig, wobei am Ende der FD I zu FD III eine Abnahme im Vergleich zu dem Wert unter freier Kost festzustellen war (Tab. 17; Abb. 13).

3.4.3. HDL - TRIGLYCERIDE

Die Mittelwerte der HDL-Triglyceridkonzentrationen bei den VV und NV-Werten waren fast identisch (VV: 15 mg/100 ml; NV: 13 mg/100 ml).

Während der FD I-Versuchsperiode lag die Zunahme der Konzentration im Vergleich zum VV-Wert bei 4 VP zwischen 2 und 10 mg/100 ml; bei 2 VP sanken die Werte um 2 und 3 mg/100 ml. Die mittlere Zunahme betrug 2,8 mg/100 ml.

Unter dem Einfluß von FD II änderte sich die HDL-Konzentration nur geringfügig. Der geringe mittlere Anstieg von 2,3 mg/100 ml, im Vergleich zum VV-Wert, resultierte aus den verschieden gerichteten Änderungen bei den VP. Bei 3 VP stieg der Wert um 2, 7 und 11 mg/100 ml, bei anderen 2 VP war die Konzentration um 3 mg/100 ml gesunken und bei der VP B blieb der Wert unverändert. Im Vergleich zu den Werten unter FD I war eine mittlere Abnahme von 0,5 mg/100 ml festzustellen.

Während der FD III-Versuchsperiode war Überwiegend eine Verminderung der Triglyceridspiegel festzustellen, sowohl im Vergleich zum VV-Wert (-1,6 mg/100 ml) als auch im Vergleich zur FD I-Versuchsperiode (-4,6 mg/100 ml).

Im Vergleich zu den am Ende der FD II erreichten Werten betrug die mittlere Abnahme 5,0 mg/100 ml. Die HDL-Triglyceridkonzentration stieg unter dem Einfluß von FD I und FD II im Vergleich zu den Werten unter freier Kost; die FD III bewirkte eine Abnahme der Triglyceridkonzentration.
(Tab. 18; Abb. 14)

4.

DISKUSSION

Die Cholesterinkonzentration im Blut wird durch das Ausmaß der Fettzufuhr und die Art der Fettzusammensetzung beeinflusst (1). Bei unserem Ernährungsversuch sollte die Wirkung zweier extremer Kostformen auf die Blutfette untersucht werden. Der Einfluß einer fettfreien Formeldiät wurde mit dem einer fetthaltigen Formeldiät, welche aber einen P/S-Quotienten von 11,1 hatte, verglichen. Die Blutfette wurden am 6., 8., 12. und 14. Tag jeder Versuchsperiode bestimmt, und damit konnte der zeitliche Ablauf der Wirkung dieser Kostformen beschrieben werden. Neuere Studien haben gezeigt, daß besonders die Lipide der Lipoproteine niedriger Dichte (LDL) atherogen wirken, während die Lipoproteine hoher Dichte (HDL) vor der Entwicklung einer Arteriosklerose zu schützen scheinen (4, 6, 10, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 41). Deshalb wurde in unserem Ernährungsversuch auch die Wirkung der beiden Kostformen auf die Lipide in den Lipoproteinfraktionen untersucht.

In unserem Versuch ergab sich sowohl unter der fettfreien FD I als auch unter der FD II mit dem P/S-Quotienten 11,1 eine deutliche Abnahme des Gesamtcholesterins bereits am 6. Tage jeder Versuchsperiode. Die mittlere Abnahme unter der FD I betrug 34,8 mg/100 ml. Bezogen auf den VV-Wert entsprach diese Abnahme 18%. Im Verlauf des weiteren Beobachtungszeitraums blieben die Werte innerhalb der Meßgenauigkeit gleich. Ein Anstieg des Gesamtcholesterins war erst unter freier Kost zu beobachten.

Unter FD III mit dem P/S-Quotienten von 11,1 betrug die mittlere Abnahme am 6. Tag dieser Versuchsperiode 27,3 mg/100 ml, was einer Abnahme von 14,2%, bezogen auf den VV-Wert, entspricht. Aber im Verlauf kam es bis zum 14. Tag dieser Versuchsperiode zu einer weiteren Senkung des Cholesterinspiegels um durchschnittlich 4,7 mg/100 ml. Damit nahm das Gesamtcholesterin im Plasma der sechs Versuchspersonen um 32 mg /100 ml ab, was einer prozentualen Abnahme von 16,6% entsprach.

Hodges et al (29) haben von einem 10% igen initialen Absinken des Plasmacholesterinspiegels nach Verabreichung von verschiedenen fettmodifizierten Diäten berichtet. Auch bei Hashim et al (27) hatte die Umstellung auf eine fettmodifizierte Kost eine Verminderung der Cholesterinkonzentration zur Folge. Eine andere Untersuchung stellte jedoch keine wesentliche Veränderung des Plasmacholesterinspiegels fest (60). Untersuchungen an Langstreckenläufern von Thompson et al (51) ergaben eine initiale Absenkung des Gesamtcholesterins um 4,6%, der LDL um 5,2% und der HDL um 6% nach Verabreichung einer KH-reichen Diät. Im weiteren Verlauf des Versuches erfolgte aber ein Anstieg der Plasma- und LDL-Cholesterinkonzentrationen, ein Effekt, der in unserem Versuch erst beim Umstellen auf freie Kost erreicht wurde.

Es ist daher anzunehmen, daß der signifikante initiale Abfall des Gesamtcholesterins unter beiden FD, nämlich um 18% während der fettfreien, und um

14,2% während der fetthaltigen FD III mit dem P/S-Quotienten von 11,1, der Zusammensetzung der FD zugeschrieben werden kann. Während der FD II mit dem P/S-Quotienten 0,46 war weder ein initialer Abfall in den ersten 6 Tagen noch eine signifikante Änderung der Cholesterinkonzentration im Verlauf festzustellen. Der Linolsäureanteil von 10g/d in dieser FD bewirkte keine Abnahme des Plasmacholesterins, da freie Kost etwa 18g Linolsäure pro Tag enthält. Die FD III enthielt 50g Linolsäure pro Tag. Hierdurch wurde eine eindeutige Abnahme des Plasmacholesterins erreicht. Eine Senkung des Gesamtcholesterins kann auch mit einem niedrigeren P/S-Quotienten als in unserem Versuch erzielt werden. Ab einem P/S-Quotienten von 1,25 wurde eine Abnahme des Serumcholesterins beobachtet; das Maximum der Cholesterinsenkung liegt nach Angaben aus der Literatur (60) bei einem P/S-Quotienten von 2.

Schönfeld et al (45) haben beobachtet, daß die Zugabe von 750 mg Cholesterin pro Tag zu einer Diät mit einem niedrigen P/S-Quotienten (0,25 bis 0,4) einen Anstieg der Cholesterinkonzentration zur Folge hatte. Wurde der P/S-Quotient auf 2,5 erhöht, beeinflusste die weitere Zugabe von 1 500 mg Cholesterin pro Tag die Cholesterinkonzentration nicht mehr. In zahlreichen Studien und Versuchen sowohl an Gesunden als auch an Kranken ist die Verminderung des Plasmacholesterins durch einen hohen P/S-Quotienten nachgewiesen (1, 2, 13, 44, 47, 53, 54, 56, 57, 59).

Shepherd et al (47) haben durch eine Diät (20% Eiweiß, 40% KH, 40% Fett, 400 mg Cholesterin pro Tag, P/S-Quotient 0,25 und 4,0) eine Senkung des Cholesterinspiegels um 23% unter Verabreichung der Kost mit dem höheren P/S-Quotienten erreicht.

In unserem Versuch wurde während der Ernährung mit der FD III (15% Eiweiß, 55% KH, 30% Distelöl, 600mg Cholesterin pro Tag, 50 g Linolsäure, P/S Quotient 11,1) eine Senkung des Plasmacholesterins um 16,6% erreicht, welche fast so groß war wie die Abnahme der Cholesterinkonzentration unter der fettfreien FD I. Diese Ergebnisse zeigen, daß eine fettfreie Kost keine niedrigeren Cholesterinwerte im Plasma erbringt als durch eine Anhebung des P/S-Quotienten erreichbar ist.

Cholesterinkonzentrationen in den Lipoproteinen VLDL, LDL, HDL.

Das Plasmacholesterin wird durch die Cholesterinkonzentration in den Lipoproteinen VLDL und LDL bestimmt. Von besonderem Interesse ist die Hypercholesterinämie, welche durch ein erhöhtes LDL-Cholesterin verursacht wird, da dies ein hohes Risiko für eine frühzeitige Arteriosklerose und einen Herzinfarkt darstellt (7). Die LDL transportieren im Blut Cholesterin zu peripheren Körperzellen, wo es durch spezifische Rezeptoren in die Zellen aufgenommen wird. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß die LDL die Arterienwand zerstören können und in der Gefäßwand abgelagert

werden. Hierdurch wird eine Gefäßsklerose verursacht (39, 24, 22, 41). Daher gilt diese Lipoproteinfraktion als besonders atherogen (6, 10 31, 34, 37, 38, 41). Aus den VLDL werden im Stoffwechsel sogenannte Remnants gebildet, welche ähnlich wie LDL wirken (59). Durch fettmodifizierte Diäten versucht man, die Konzentration der atherogenen VLDL- und LDL-Lipoproteine und die des Gesamtcholesterins zu senken.

Sommariva et al (48) erreichten durch eine Diät, welche aus 7% pflanzlichem Eiweiß, 12% tierischem Eiweiß, 56% KH und 25% Fett mit einem P/S-Quotient von 1,0 bestand, eine Senkung des Gesamtcholesterins um 11%, des VLDL-Cholesterins um 32% und des LDL-Cholesterins um 8%. Der HDL-Cholesterinspiegel sank um 10%.

Auch Stein et al (49) gelang bei gesunden und kranken Kindern über einen längeren Zeitraum eine Senkung des Gesamt- und LDL-Cholesterins, nachdem der P/S-Quotient erhöht und das Gesamtfett sowie das Cholesterin in der Kost reduziert wurden.

Die Ergebnisse von Shepherd (47) zeigen, daß durch erhöhte Zufuhr mehrfach ungesättigter pflanzlicher Fette eine Senkung des Gesamt- und LDL-Cholesterins zu erreichen ist. Die Wirkung der Pflanzenfette ist bei Männern und Frauen gleich (28, 33).

Unser Versuch bestätigt die Ergebnisse der zuletzt zitierten Autoren. Die Reduktion des Gesamtcholesterins von 17,6% bei der KH-reichen und fettfreien FD I wurde von einer 42,1%-igen Senkung der Cholesterinkonzentration in den VLDL und einer 7%-igen in der LDL- Fraktion begleitet.

Bei der FD III mit dem extremen P/S-Quotienten von 11,1 waren neben einer 16,6%-igen Senkung des Gesamtcholesterins eine Minderung der VLDL-Cholesterinkonzentration um 30,5% und ein Abfall des LDL-Cholesterins um 13% festzustellen. Die FD II mit dem niedrigen P/S-Quotienten von 0,46 bewirkte eine Minderung des Plasmacholesterins um 1,3% und des VLDL-Cholesterins um 9,4%, aber eine Erhöhung des LDL-Cholesterins um 6,4%. Die Konzentration des HDL-Cholesterins stieg ebenfalls um 12,8%. Auch bei der FD III ist die HDL-Cholesterinkonzentration um 8,8% gestiegen, ein Effekt, den man in Hinblick auf die antiatherogene Wirkung des HDL-Cholesterins als positiv bezeichnen kann. Unter der KH-reichen FD I war eine Abnahme des HDL-Cholesterins um 7% zu verzeichnen. Hailer und Adam (26) haben die senkende Wirkung einer KH-reichen Diät auf Gesamt- und HDL-Cholesterin in ihren Versuchen mit fettmodifizierten Diäten bestätigt.

Die antiatherogene Wirkung der HDL-Cholesterinfraktion besteht in ihrer Fähigkeit, das in den Zellen abgelagerte Cholesterin zu mobilisieren und über die Leber und Galle auszuschcheiden (4,35, 52). Weiterhin erschwert das HDL-Cholesterin das Eindringen des atherogenen LDL in die Gefäßwand aufgrund seiner Fähigkeit, die Rezeptoren der Zellen in der Gefäßwand zu besetzen. Diese Hypothese wird durch Untersuchungen an Kulturen glatter Muskelzellen der menschlichen Nabelvenen unterstützt (35).

Als weitere antiatherogene Wirkung der HDL ist seine Wirkung auf den Abbau triglyceridreicher Lipoproteine im Plasma anzusehen. Ein hoher HDL-Cholesterinspiegel sorgt für eine schnelle Elimination der triglyceridreichen Lipoproteine, die als atherogene Zwischenprodukte des Fettstoffwechsels gelten (56). Auch andere klinische und experimentelle Studien unterstützen die Richtigkeit dieser Zusammenhänge (10, 12, 19, 37, 41, 42, 46, 58).

Die Arteriosklerose ist ein prinzipiell reversibler Prozeß (3). Deshalb ist die Ernährungswissenschaft bestrebt, diätetische Maßnahmen zu finden, um der Entwicklung von Folgekrankheiten der Arteriosklerose vorzubeugen.

Triglyceride.

Obwohl die Entstehung der Arteriosklerose keinen eindeutigen Zusammenhang mit erhöhter Konzentration der Triglyceride im Blut hat, gibt es Hinweise, daß die Hypertriglyceridämie das Risiko für eine koronare Herzerkrankung erhöht (5, 8, 9). Unter anderem konnten bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit erhöhte Triglyceridwerte nachgewiesen werden (50). Unsere Ergebnisse zeigen, daß nach Verabreichung von KH-reicher FD die Triglyceridkonzentrationen im Plasma und in den VLDL stark zunahmen. Dieser Effekt einer gesteigerten Kohlenhydratzufuhr wird in zahlreichen anderen Untersuchungen an Gesunden und Kranken bestätigt (4, 7, 10, 11, 20, 21, 24, 26, 28).

Die Erhöhung der Triglyceride um 29,2% im Plasma und um 45% in den VLDL wurde von einem Anstieg der LDL-Triglyceride um 18,6% begleitet.

Unter der FD II mit dem P/S-Quotienten 0,46 war eine Senkung der Triglyceride in allen untersuchten Lipiden festzustellen; nur in der HDL-Fraktion fand sich ein Anstieg der Triglyceride um 15,3%. Die Abnahme der Triglyceride betrug im Plasma 9,3%, in den VLDL 25% und in den LDL 6,2% im Vergleich zum VV-Wert. Unter dem Einfluß der FD III mit dem P/S-Quotienten 11,1 war eine Abnahme der Triglyceride im Plasma und allen Lipoproteinfraktionen festzustellen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In einem sechswöchigen Ernährungsversuch mit Formeldiäten erhielten sechs gesunde Frauen (Alter: 23 bis 39 Jahre) drei Formeldiäten (FD). FD I war fettfrei und bestand zu 85% aus Kohlenhydraten, FD II und FD III enthielten 55% Kohlenhydrate und einen Fettanteil von 30 Energie%. Die Eiweißzufuhr (15 Energie%), Cholesterinzufuhr (600 mg/100 ml) und Salzzufuhr war bei allen FD gleich.

Das Cholesterin und die Triglyceride im Plasma wurden am 6. 8. 12. und 14. Tag jeder zweiwöchigen Versuchsperiode gemessen. In den mit der Ultrazentrifuge isolierten Lipoproteinfraktionen VLDL, LDL und HDL wurde die Konzentration der Triglyceride und des Cholesterins am Ende jeder Versuchsperiode bestimmt. Vergleichsmessungen unter freier Kost erfolgten für alle Parameter vor und nach dem Versuch.

Die fettfreie FD I bewirkte binnen 6 Tagen eine Abnahme des Plasmacholesterins um 18% im Vergleich zu dem Vorversuchswert. Bis zum 14. Tag fand sich keine weitere Abnahme des Plasmacholesterins.

Unter FD III fiel die Konzentration des Plasmacholesterins bis zum 6. Tag dieser Versuchsperiode um 14,2%; bis zum Ende dieser Versuchsperiode fand sich eine weitere Abnahme des Plasmacholesterins auf 83,4% des Ausgangswertes. Das LDL-Cholesterin nahm unter FD I um 7% und unter FD III um 13% ab, das VLDL-Cholesterin

verminderte sich unter FD I um 42% und unter FD III um 31%. Das HDL-Cholesterin sank unter FD I (-7%), stieg aber um 8,8% unter FD III. FD II ergab keine nennenswerten Änderungen zu dem Vorversuchswert, da diese FD in der Zusammensetzung etwa der frei gewählten Kost entsprach.

Die Triglyceride wurden in allen untersuchten Lipiden durch die FD I erhöht (Plasma +29%, VLDL +45%, HDL +19%), während die FD III eine Abnahme der Triglyceride im Plasma (-20%), der VLDL (-19%), LDL (-20%) und HDL (-11%) bewirkte.

Der Versuch zeigt, daß eine fettfreie Ernährung die Plasmacholesterinkonzentration nicht mehr senkt als eine Fettzufuhr von 30 Energie%, welche aus pflanzlichen Fetten (P/S-Quotient 11,1) besteht. Durch die niedrigere Kohlenhydratzufuhr mit dieser Kost wurden die Triglyceridspiegel in allen Blutlipiden gesenkt.

Tabelle 1

Daten der Versuchspersonen A - F und durchschnittliche
Energiezufuhr während des Ernährungsversuches

VP	Geschl.	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Nahrungsaufnahme (Kcal/d)
A	weibl.	26	152	48,2	2 200
B	"	25	165	51,5	2 200
C	"	23	168	54,8	2 200
D	"	35	170	68,7	2 750
E	"	39	165	53,4	2 350
F	"	26	163	51,4	2 200

Tabelle 2

Zusammensetzung der Formeldiäten

Formeldiät	Eiweiß	Kohlenhydrate	Fettgemisch	Distelöl
I	15 %	85 %	-	-
II	15 %	55 %	30 %	-
III	15 %	55 %	-	30 %

Pro 2 300 Kcal Formeldiät wurden zugegeben : NaCl 5,0 g
 KCl 3,0 g
 Chol 0,6 g
 H₂O 50,0 g

Tabelle 3

Zuteilung der Formeldiäten und deren zeitliche Abfolge

Formeldiät	VP	Zeitraum - Woche
I	C, D	1, 2
	A, B	3, 4
	E, F	5, 6
II	E, F	1, 2
	C, D	3, 4
	A, B	5, 6
III	A, B	1, 2
	E, F	3, 4
	C, D	5, 6

Tabelle 4

Zusammensetzung der Fettanteile und prozentualer Gehalt an gesättigten und ungesättigten FS

Diat	Bestandteile	mehrf. ungesätt.	einf. ungesätt.	gesätt.	P/S-Quotient
		Fettsäure (P)	Fettsäure	FS (S)	
II	Oliveneöl				
	Distelöl	17 %	47 %	36 %	0,46
	Butter				
III	Distelöl	78 %	15 %	7 %	11,1

Tab.5. Cholesterin (mg/100 ml) im Plasma der sechs Versuchspersonen A-F in chronologischer Folge während des Ernährungsversuches (Tag 6-42) sowie der Vor-und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte.

VT	Vorversuch													6		8		13		15		20		22		27		29		34		36		41		42		Nachversuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
VP	mg / 100 ml																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
A	210	204	190	193	174	190	184	178	171	171	177	191	202	210	235	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Tab.6. Cholesterinkonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) unter den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor-und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6.,8.,12. und 14. Tag der jeweiligen Formeldiätsperiode. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \text{SD}$.

VP	VV	FD I				FD II				FD III				NV
	mg / 100 ml													
A	206	184	178	171	171	177	191	202	210	190	193	174	190	228
B	162	142	138	138	142	169	172	170	174	163	147	156	142	187
C	223	174	174	145	170	175	164	188	187	161	164	135	147	231
D	239	193	181	189	176	248	252	228	267	208	199	203	235	216
E	152	106	107	119	129	168	184	154	144	116	121	102	123	157
F	205	172	183	204	176	210	215	227	188	179	191	187	152	186
$\bar{x}$	197	162	160	161	161	195	196	195	195	170	169	159	165	201
SD	34	32	31	32	20	30	32	30	41	31	31	37	41	29

Tab. 7. Cholesterin (mg, 100 ml) in den Ultrafraktionen VLDL, LDL und HDL der VP (A-F) in chronologischer Folge während des Ernährungsversuches (Tag 1-42) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte.

	Vorversuch			14			28			42			Nachversuch		
	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL
VP															
mg / 100 ml															
A	22	121	41	15	103	57	9	102	46	18	105	61	20	155	46
B	18	79	44	26	60	42	9	75	41	9	64	59	15	96	fehlt
C	24	102	46	13	90	36	16	100	38	5	83	45	13	113	falsch
D	19	114	56	14	105	40	24	165	53	18	128	58	23	falsch	--
E	11	92	31	15	94	34	8	75	38	9	77	38	9	96	50
F	25	93	47	24	92	55	8	76	48	12	109	44	19	72	52

Tab.8. Cholesterin (mg/100 ml) in den UZ-Fraktionen VLDL, LDL und HDL der VP (A-F) am Ende der jeweiligen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) und der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

	Vorversuch			FD I			FD II			FD III			Nachversuch		
	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL
VP	mg / 100 ml														
A	22	121	41	9	102	46	18	105	61	15	103	57	20	155	46
B	18	79	44	9	75	41	9	84	59	26	60	42	15	96	fehlt
C	24	102	46	13	90	36	16	100	38	5	83	45	13	113	falsch
D	19	114	56	14	105	40	24	165	53	18	128	58	23	falsch	--
E	11	92	31	9	77	38	15	94	34	8	75	38	9	96	50
F	25	93	47	12	109	44	24	92	55	8	76	48	19	72	52
$\bar{x}$	20	100	44	11	93	41	18	107	50	13	87	48	16	106	49
$\bar{SD}$	5	15	8	2	15	4	6	29	11	6	24	8	5	31	3

Tab. 9. VLDL-Cholesterin (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) jeweils am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	22	9	18	15	20
B	18	9	9	26	15
C	24	13	16	5	13
D	19	14	24	18	23
E	11	9	15	8	9
F	25	12	24	8	19
$\bar{x}$	20	11	18	13	16
$\overline{SD}$	5	2	6	6	5

Tab.10. LDL-Cholesterin (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) jeweils am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \text{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	121	102	105	103	155
B	79	75	84	60	96
C	102	90	100	83	113
D	114	105	165	128	falsch
E	92	77	94	75	96
F	93	109	92	76	72
$\bar{x}$	100	93	107	87	106
SD	15	15	29	24	31

Tab.11. HDL-Cholesterin (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) jeweils am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldietsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	41	46	61	57	46
B	44	41	59	42	fehlt
C	46	36	38	45	falsch
D	56	40	53	58	--
E	31	38	34	38	50
F	47	44	55	48	52
$\bar{x}$	44	41	50	48	49
$\overline{SD}$	8	4	11	8	3

Tab.12. Triglyceride (mg/100 ml) im Plasma der sechs Versuchspersonen A-F in chronologischer Folge während des Ernährungsversuches (Tag 6-42) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte.

VT	Vorversuch														6		8		13		15		20		22		27		29		34		36		40		42		Nachversuch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
VP	mg / 100 ml																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A	90	72	74	46	91	72	112	85	106	86	91	70	69	68	98	68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Tab.13. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) unter den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der jeweiligen Formeldiätsperiode. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \text{SD}$.

	VV	FD I				FD II				FD III				NV
VP	mg / 100 ml													
A	81	112	85	106	86	91	70	69	68	74	46	91	72	83
B	77	98	96	139	136	119	72	89	81	72	65	83	61	87
C	105	91	112	112	133	77	50	89	72	80	50	52	63	52
D	159	214	101	193	225	125	122	132	151	169	152	151	151	156
E	110	94	104	102	100	89	114	130	91	79	68	80	79	94
F	67	109	92	90	96	88	107	96	81	73	71	64	54	103
$\bar{x}$	100	120	98	124	129	98	89	101	90	92	75	87	80	96
SD	38	5	10	38	51	19	29	25	30	38	39	34	36	35

Tab.14. Triglyceride (mg/100 ml) in den UZ-Fraktionen VLDL, LDL und HDL der VP (A-F) am Ende der jeweiligen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) und der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

	Vorversuch			FD I			FD II			FD III			Nachversuch		
	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL
VP	mg / 100 ml														
A	30	24	17	35	20	19	32	16	13	33	21	-	26	20	16
B	21	18	12	70	35	20	41	17	12	32	20	10	37	22	fehlt
C	50	33	16	75	23	14	30	18	24	31	17	14	20	12	10
D	94	29	25	134	42	22	73	33	22	70	26	13	73	34	--
E	45	20	10	49	25	21	40	30	22	42	19	18	41	27	15
F	42	24	13	43	29	17	40	24	15	20	17	13	48	22	13
$\bar{x}$	47	25	15	68	29	19	43	23	20	38	20	14	41	23	13
$\overline{SD}$	25	5	5	36	8	3	15	7	8	17	3	3	19	7	3

Tab.15. Triglyceride (mg/100 ml) in den U2-Fraktionen VLDL, LDL und HDL der VP (A-F) in chronologischer Folge während des Ernährungsversuches (Tag 1-42) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte.

	Vorversuch			14			28			42			Nachversuch		
	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL	VLDL	LDL	HDL
VP															
mg / 100 ml															
A	30	24	17	33	21	--	35	20	19	32	16	13	26	20	16
B	21	18	12	32	20	10	70	35	20	41	17	12	37	22	fehlt
C	50	33	16	75	23	14	30	18	24	31	17	14	20	12	10
D	94	29	25	134	42	22	73	33	22	70	26	13	73	34	--
E	45	20	10	40	30	22	42	19	18	49	25	21	41	27	15
F	42	24	13	40	24	15	20	17	13	43	29	17	48	22	13

Tab.16. VLDL-Triglyceride (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) jeweils am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	30	35	32	33	26
B	21	70	41	32	37
C	50	75	30	31	20
D	94	134	73	70	73
E	45	49	40	42	41
F	42	43	40	20	48
$\bar{x}$	47	68	43	38	41
$\overline{SD}$	25	36	15	17	19

Tab.17. LDL-Triglyceride (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) jeweils am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \underline{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	24	20	16	21	20
B	16	35	17	20	22
C	33	23	18	17	12
D	29	42	33	26	34
E	20	25	30	19	27
F	24	29	24	17	22
$\bar{x}$	25	29	23	20	23
$\underline{SD}$	5	8	7	3	7

Tab.18. HDL-Triglyceride (mg/100 ml) im Plasma der VP (A-F) am letzten Tag der zweiwöchigen Formeldiätsperiode (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor-und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost.

Angegeben sind die Einzelwerte sowie $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

VP	VV	FD I	FD II	FD III	NV
A	17	19	13	--	16
B	12	20	12	10	fehlt
C	16	14	24	14	10
D	25	22	22	13	--
E	10	21	22	18	15
F	13	17	15	13	13
$\bar{x}$	15	19	20	14	13
$\overline{SD}$	5	3	8	3	3

(mg/100 ml)

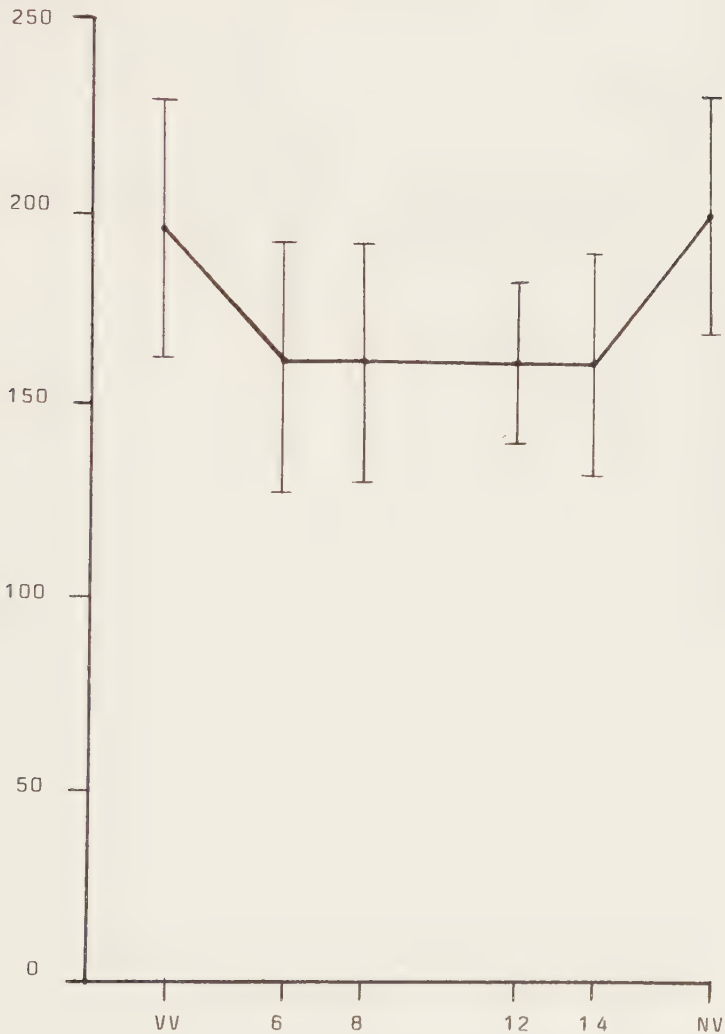


Abb.1. Gesamtcholesterin im Plasma (mg/100 ml) der VP (n=6) unter der FD I sowie Vor- und Nachversuchswert mit freigewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät; angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

(mg/100 ml)

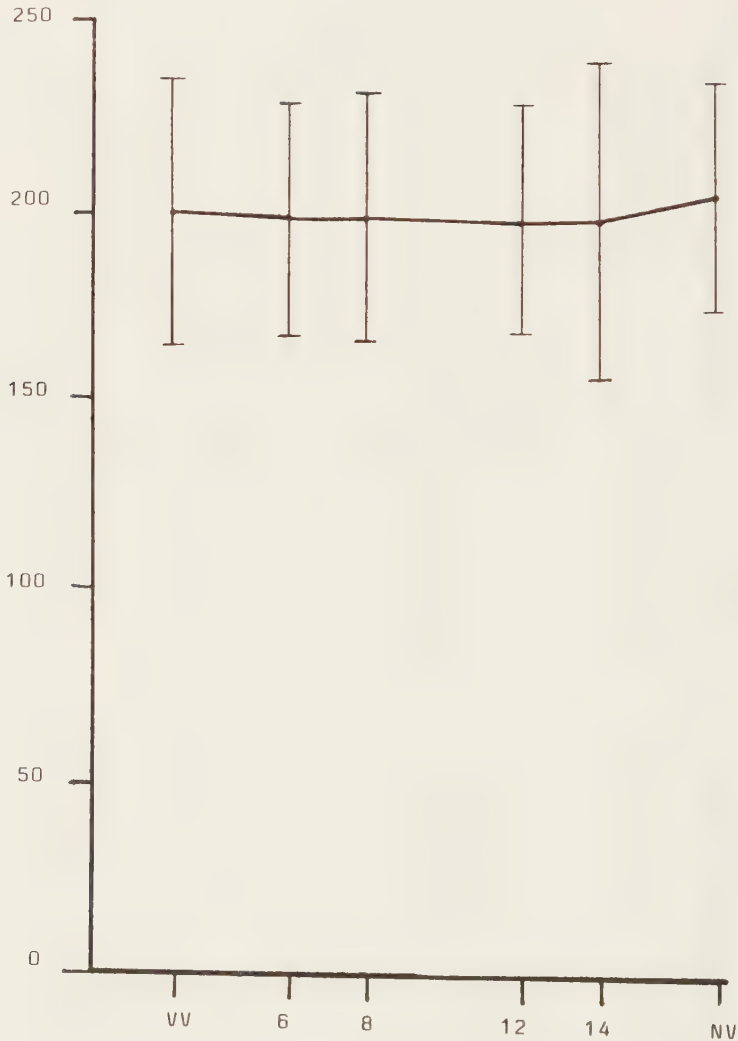


Abb.2. Gesamtcholesterin in Plasma (mg/100 ml) der VP (n=6) unter der FD II sowie Vor- und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät. Angegeben ist $\bar{x} \pm \text{SD}$.

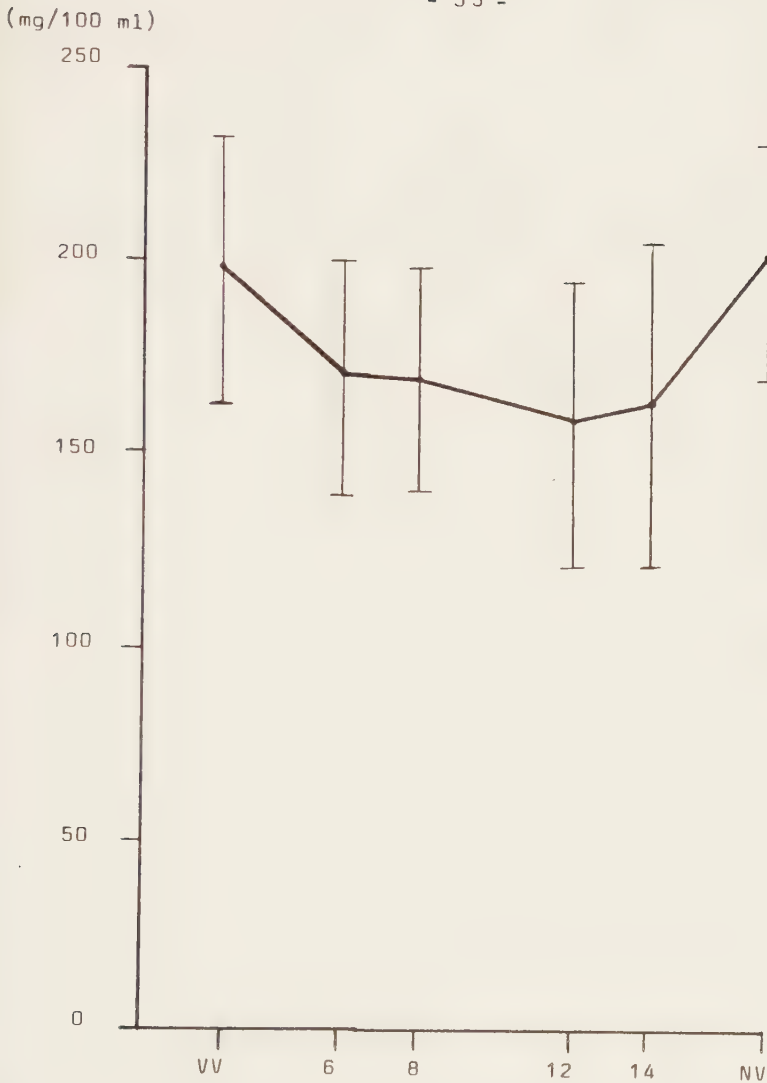


Abb.3. Gesamtcholesterin im Plasma (mg/100 ml) der VP (n=6) unter der FD III sowie Vor-und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät. Angegeben ist $\bar{x} \pm SD$.



Abb.4. Mittelwerte des Plasmacholesterins (mg/100 ml) im Plasma der VP (n=6) geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

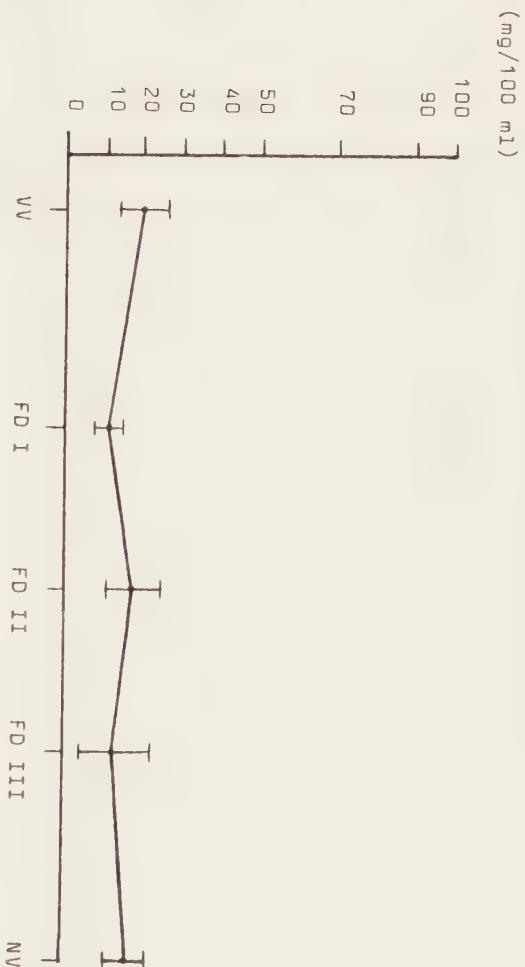


Abb. 5. Cholesterinkonzentration (mg/100 ml) in den VLDL der VP (n=6), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

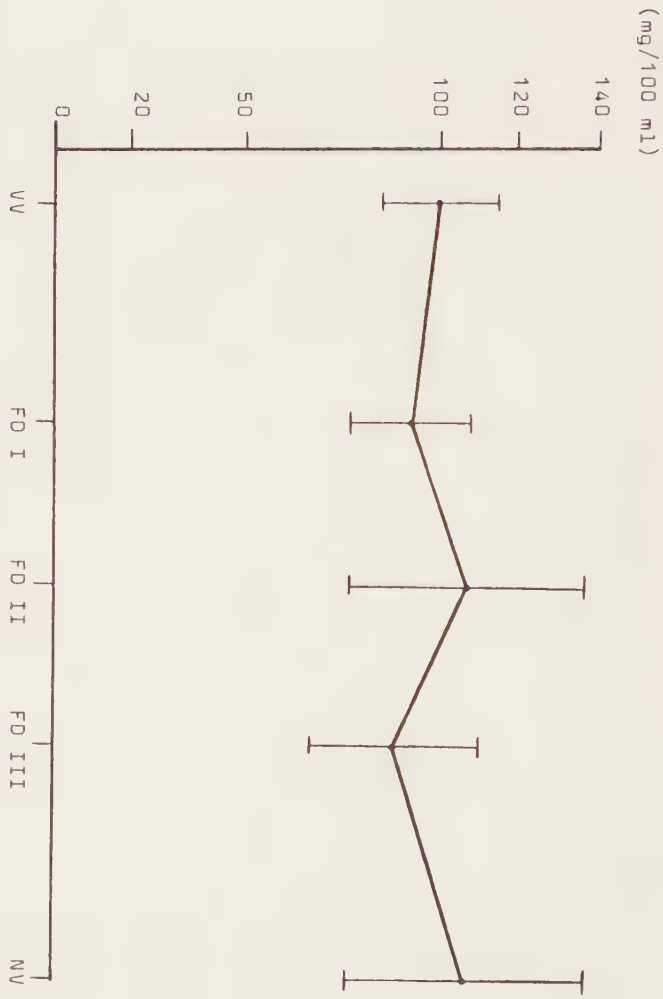


Abb.6. Cholesterinkonzentration (mg/100 ml) in den LDL der VP (n=6), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

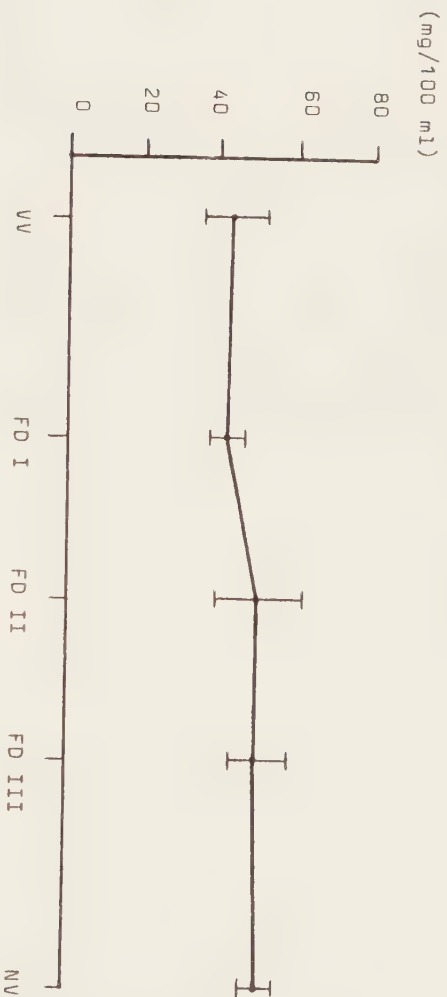


Abb.7. Cholesterinkonzentration (mg/100 ml) in den HDL der VP ($n=6$), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm SD$.

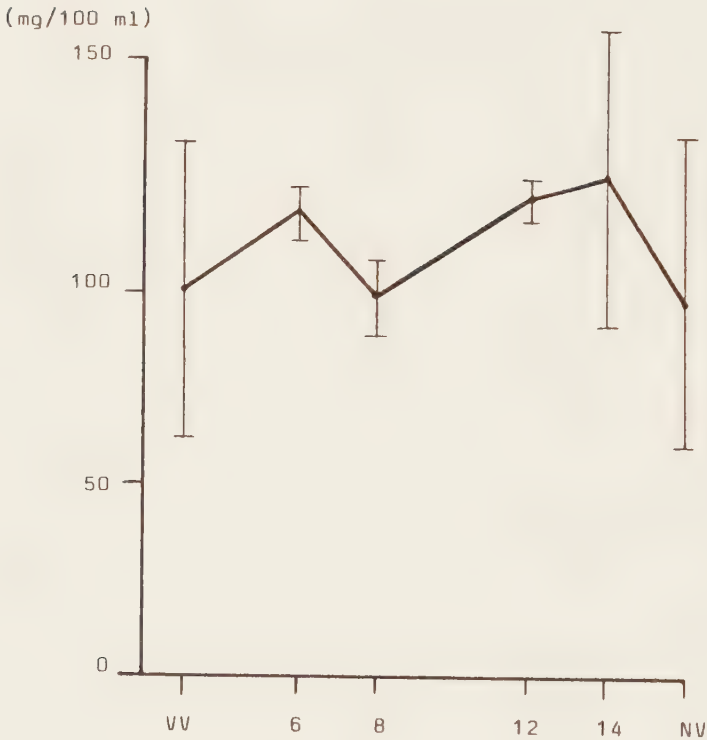


Abb.8. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (n=6) unter der Formeldiät I sowie Vor- und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät. Angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

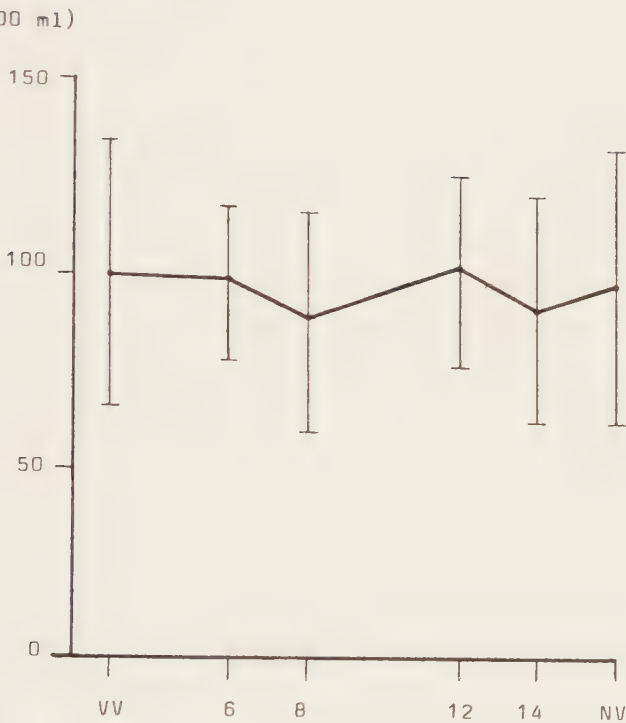


Abb.9. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (n=6) unter der Formeldiät II sowie Vor- und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät. Angegeben ist $\bar{x} \pm \text{SD}$.

(mg/100 ml)

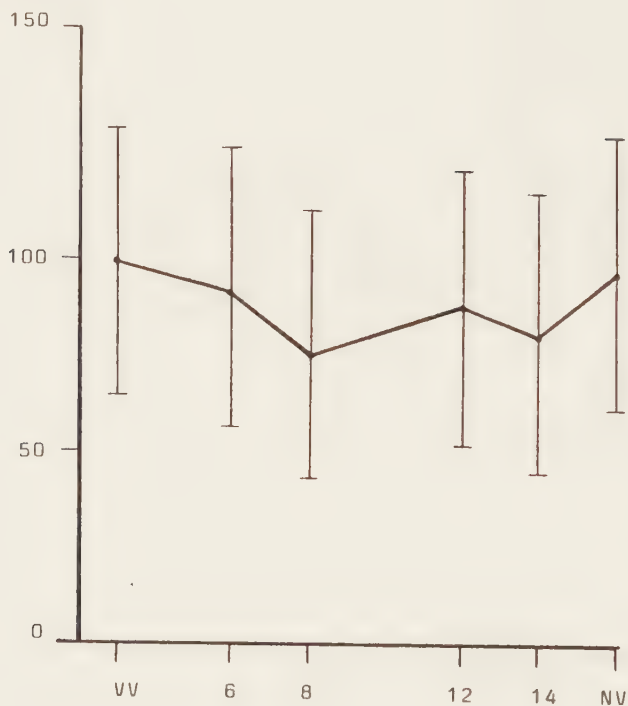


Abb.10. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (n=6) unter der Formeldiät III sowie Vor- und Nachversuchswert mit frei gewählter Kost. Die Bestimmung erfolgte am 6., 8., 12. und 14. Tag der Formeldiät. Angegeben ist $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

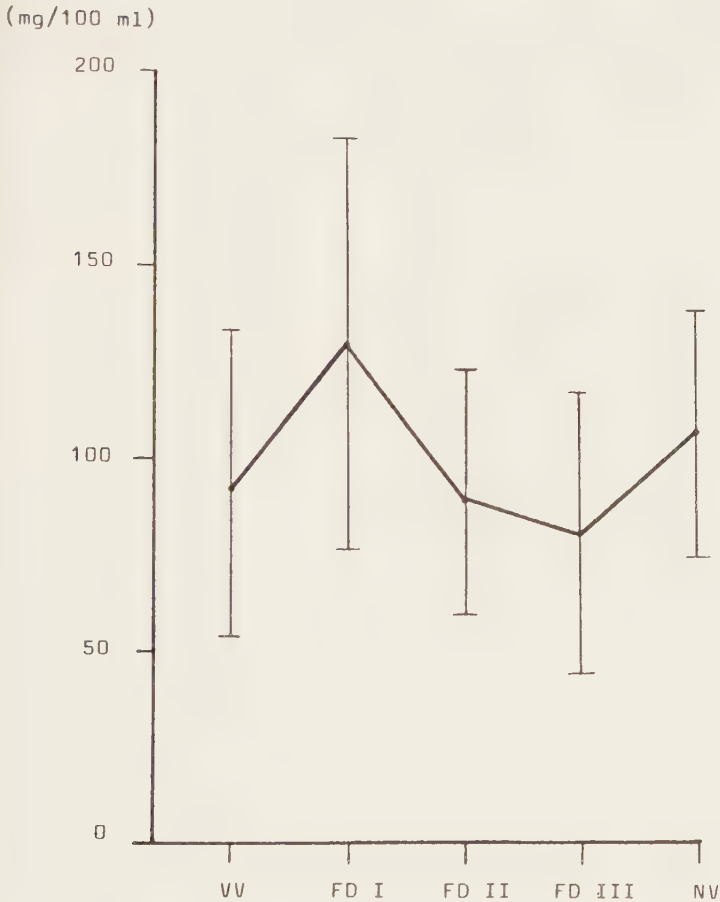


Abb.11. Mittelwerte der Triglycerikonzentration (mg/100 ml) im Plasma der VP (n=6) geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor-und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

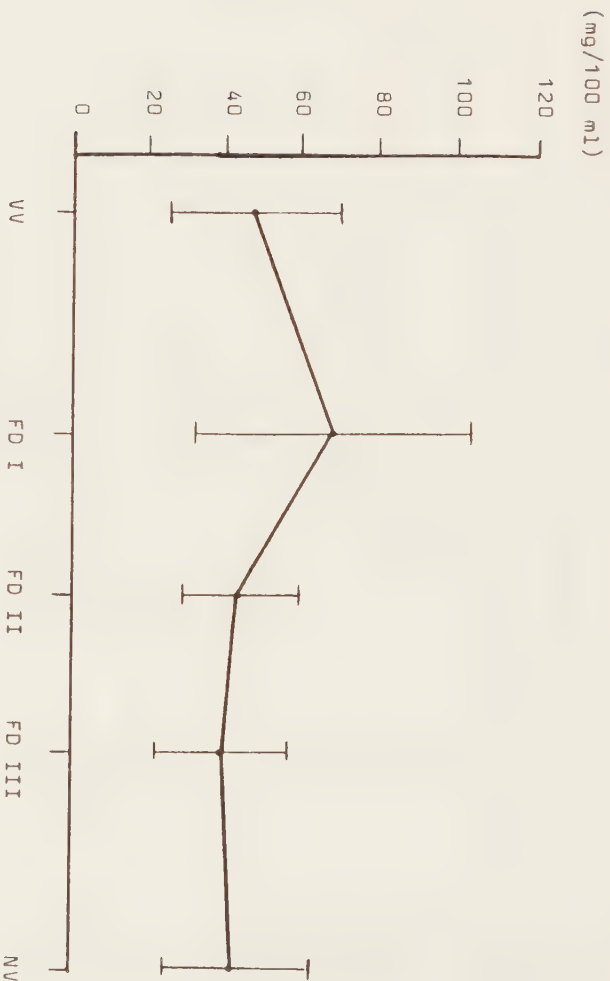


Abb.12. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) in den VLDL der VP (n=6), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \bar{SD}$.

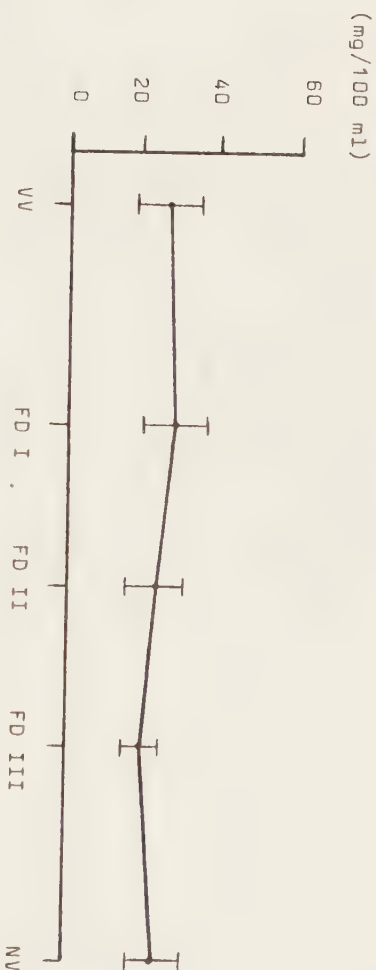


Abb.13. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) in den LDL der VP (n=6), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \text{SD}$.

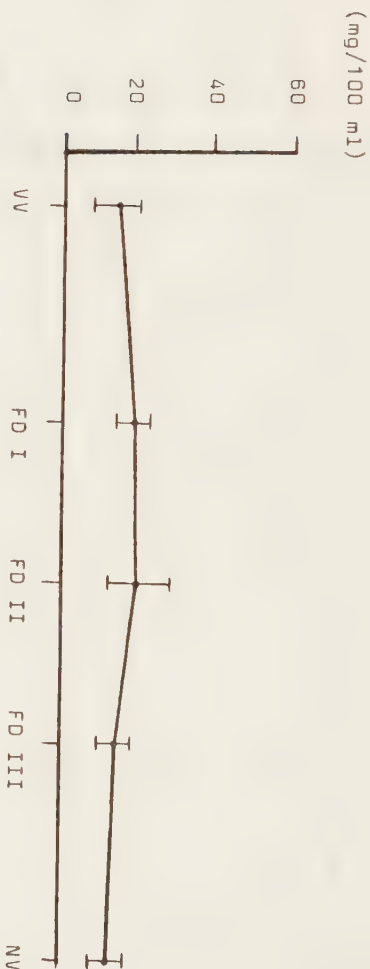


Abb. 14. Triglyceridkonzentration (mg/100 ml) in den HDL der VP (n=6), geordnet nach den Formeldiäten (FD I, FD II, FD III) sowie der Vor- und Nachversuchswert unter frei gewählter Kost. Angegeben ist $\bar{x} \pm \overline{SD}$.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahrens, E. H. Jr., Hirsch, J., Insull, W. Jr., Tsaltas, T. T., Blomstrand, R., et al. (1957)
The influence of dietary fats on serum lipid levels in man.
Lancet 1: 943-53
2. Blaton, V., De Buyzere, M., Declercq, B., Pracetyo, A., Vanderkelen, G., Delanghe, J., Spinnemaille, J. (1984)
Effect of polyunsaturated isocaloric fat diets on plasma lipids, apolipoproteins and fatty acids.
Atherosclerosis 53: 9 - 20
3. Blankenhorn, D. H., Brooks, S. H., Selzer, R. H., Barndt, R. (1978)
The rate of atherosclerosis change during treatment of hyperlipoproteinemia.
Circulation 57: 355 - 61
4. Blum, C., Lewy, R., Eisenberg, S., Hall, H., Goebel, R. (1977)
High density lipoprotein metabolism in man.
J. Clin. Invest. 60: 795 - 807
5. Böttiger, L. E., Carlson, L. A. (1980)
Risk factor for ischaemic vascular death for men in the Stockholm prospective study.
Atherosclerosis 36: 389 - 408

6. Brown, M. S., Goldstein, J. L. (1986)
A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis.
Science 232: 34 - 47
7. Brensike, J. F., Levy, R. I., Kelsey, S. F. (1984)
Effects of therapy with cholesteryamine on progression
of coronary atherosclerosis: results of the NHLBI Type II
Coronary Intervention Study.
Circulation 69: 313 - 324
8. Carlson, L. A., Böttiger, L. E. (1972)
Ischaemic heart-disease in relation of fasting values
of plasma triglycerides and cholesterol. Stockholm pro-
spective study.
Lancet I: 865 - 868
9. Carew, T., Hayes, S., Koschinsky, T., Steinberg, D. (1976)
A mechanism by which high density lipoproteins may slow
the atherogenic process.
Lancet I: 1315 - 17
10. Castelli, W. P., Doyle, J. T., Gordon, T., Hames, C. G.,
Hjortland, M. C., et al. (1977)
HDL cholesterol and other lipids in coronary heart disea-
se. The cooperative lipoprotein phenotyping study.
Circulation 55: 767 - 72

11. Durrington, P. N., Bolton, C. H., Hartog, M., Angelinetta, R., Emmett, P., Furniss, S. (1977)
The effect of a low cholesterol, high polyunsaturate diet on serum lipid levels, apolipoprotein B levels and triglyceride fatty acid composition.
Atherosclerosis 27: 465 - 475
12. Eder, H. A., Gides, L. I. (1982)
The clinical significance of plasma high density lipoproteins.
Med. Clin. North. Am. 66: 431 - 40
13. Enholm, C., Huttunen, J. K., Pietinen, P., Leino, U., Mutanen, M., et al. (1984)
Effect of a diet low in saturated fatty acids on plasma lipids, lipoproteins, and HDL subfractions.
Arteriosclerosis 4: 265 - 269
14. Ernst, N., Fisher, M., Bowen, P., Schaefer, E. J., Lewy, R. I. (1980)
Changes in plasma lipids and lipoproteins after a modified fat diet.
Lancet 2: 111 - 113
15. Falko, J M., Schonfeld, G., Witztum, J. L., Kolar, J. B., Salmon, P. (1980)
Effects of short-term high carbohydrate, fat-free diet on plasma levels of apo-C-II and apo-C-III and on the apo-C subspecies in human plasma lipoproteins.
Metabolism 29: 654 - 661

16. Fellin, R., Gasparotto, A., et al. (1986)
Effect of probucol treatment on lipoprotein cholesterol and drug levels in blood and lipoproteins in familial hypercholesterolemia.
Atherosclerosis 59 (1): 47 - 56
17. Filipovic, I., Buddecke, E. (1986)
Calcium channel blockers stimulate LDL receptor synthesis in human skin fibroblasts.
Biochemical and Biophysical Research Communications.
Vol. 136 (3): 845 - 850
18. Fisher, E. A., Blum, C. B., Zannis, V. I., Breslow, J. L. (1983)
Independent effects of dietary saturated fat and cholesterol on plasma lipids, lipoproteins, and apoprotein E.
J. Lipid. Res. 24: 1039 - 48
19. Ford, C. S., Crouse, J. R., Howard, G., Toole, J. F., Ball, M. R., Frye, J. (1985)
The role of plasma lipids in carotid bifurcation atherosclerosis.
Ann. Neurol. 17 (3): 301 - 303
20. Ginsberg, H. N., Le, N.-A., Milish, J., Stenberg, D., Brown, W. V. (1981)
Effect of a high carbohydrate diet on apoprotein B catabolism in man.
Metabolism 30: 347 - 353

21. Glueck, C. J., Gartside, P., Fallat, R. W., Sielski, J., Steiner, P. M. (1976)
Longevity syndromes. Familial hypobeta and familial hyperalpha lipoproteinemia.
J. Lab. Clin. Med. 88: 941 - 157
22. Goldstein, J., Brown, M. (1976)
Receptor-mediated control of cholesterol metabolism.
Science 191: 150 - 154
23. Gonen, B., Patsch, W., Kuisk, I., Schonfeld, G. (1981)
The effect of short-term feeding of a high carbohydrate diet on HDL subclasses in normal subjects.
Metabolism 30: 1125 - 1129
24. Gordon, T., Castelli, W. P., Hjörtland, M. C., Kannel, W. B., Dawber, T. R. (1977)
High density lipoprotein as protective factor against coronary heart disease. The Framingham Study.
Am. J. Med. 62: 707 - 714
25. Gordon, T., Fisher, M., Ernst, N., Rifkind, B. M. (1982)
Relation of diet to LDL cholesterol, VLDL cholesterol, and plasma total cholesterol and triglycerides in white adults. The Lipid Research Clinics Prevalence Study.
Arteriosclerosis 2 (6): 502 - 512

26. Hailer, S., Adam, O., Wolfram, G. (1983)
Auswirkungen einer fettmodifizierten und einer fettreichen (kohlenhydratreichen) Formeldiät auf die Zusammensetzung der Lipoproteine im Serum.
Ernährungsumschau 30: 238
27. Hashim, S. A., Artega, A., Van Itallie, T. B., (1960)
Effect of saturated medium-chain triglyceride on serum-lipids in man.
Lancet (1): 1105 - 1108
28. Hill, P., Wynder, E. L. (1976)
Dietary regulation of serum lipids in healthy, young adults.
J. Am. Diet Assoc. 68 (1): 25 - 30
29. Hodges, R. E., Salel, A. F., Dunkley, W. L., Zelis, R., et al. (1975)
Plasma lipid changes in young adult couples consuming polyunsaturated meats and dairy products.
Am. J. Clin. Nutr. 28 (10): 1126 - 1140
30. Huff, M. W., Nestel, P. J. (1982)
Metabolism of apolipoproteins C II, C III₁, C III₂, and VLDL-B in human subjects consuming high carbohydrate diets.
Metabolism 31: 493 - 498

31. Kannel, W. B., Castelli, P., Gordon, T. (1979)
Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease. New perspectives based on the Framingham Study.
Ann. Intern. Med. 90: 85 - 91
32. Kashyap, M. L., Barnhart, R. L., Srivastava, L. S.,
Perisutti, G., Vink, P., et al. (1982)
Effects of dietary carbohydrate and fat on plasma lipoproteins and apolipoproteins C-II and C-III in healthy men.
J. Lipid. Res. 23: 877 - 886
33. Kuusi, T., Ehnholm, C., Huttunen, J. K., Kostiaainen, E.,
et al. (1985)
Concentration and composition of serum lipoproteins during a low-fat diet at two levels of polyunsaturated fat.
J. Lipid. Res. 26 (3): 360 - 367
34. Lipid Metabolism - Atherogenesis Branch, National Heart,
Lung, and Blood Institute Bethesda. (1984)
Lipid research clinics coronary primary prevention trial. Results. II the Relationship of reduction in incidence of coronary heart disease to cholesterol lowering.
JAMA 251: 365 - 374

35. Mahley, R., Weisgraber, K., Innerarity, T., Bersot, T. (1977)
Identification of pro-arginine-rich apoprotein, a possible modulator of lipoprotein binding to cell surface receptors of human fibroblasts.
Circulation 56 (III): 57
36. Mahley, R. W. (1982)
Atherogenic hyperlipoproteinemia. The cellular and molecular biology of plasma lipoproteins altered by dietary fat and cholesterol.
Med. Clin. North. Am. 66 (2): 375 - 402
37. Mordasini, R., Riesen, W., Oster, P. (1981)
HDL - die Unbekannte mit dem großen Gewicht.
Schweiz. Med. Wochenschr. 111 (9): 309 - 314
38. Miller, G. J. (1980)
High density lipoproteins and atherosclerosis.
Ann. Rev. Med. 31: 97 - 108
39. Oh, S. Y., Monaco, P. A. (1985)
Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturation on plasma lipid levels, lipoprotein composition, and fecal steroid excretion in normal young adult men.
Am. J. Clin. Nutr. 42 (3): 399 - 413

40. Pooling Project Research Group. (1978)
Relationship of blood pressure, serum cholesterol,
smoking habit, relative weight and ECG abnormalities
to incidence of major coronary events: final report of
the pooling project.
J. Chronic. Dis. 31: 201 - 306
41. Ross, R., Harker, L. (1976)
Hyperlipidemia and atherosclerosis.
Science 193: 1094 - 1100
42. Rose, G. (1982)
Incubation period of coronary heart disease.
Br. Med. J. 284: 1600 - 1601
43. Röschau, P., Bernt, E., Gruber, W. (1974)
Enzymatische Bestimmung des Gesamtcholesterins im Serum.
Z. Klin. Chemie und Klin. Biochemie 12: 403 - 407
44. Schaefer, E. J., Lewy, R. R. I., Ernst, N. D., Van Sant,
F. D., Brewer, H. B. Jr. (1981)
The effects of low cholesterol, high polyunsaturated fat,
and low fat diets on plasma lipid and lipoprotein chole-
sterol levels in normal and hypercholesterolemic subjects.
Am. J. Clin. Nutr. 34: 1758 - 1763
45. Schonfeld, G., Patsch, W., Rudel, L. L., Nelson, C.,
Epstein, M., Olson, R. E. (1982)
Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma
lipoproteins.
J. Clin. Invest. 69 (5): 1072 - 1080

46. Scott, D. W., Gotto, A. M., Cole, J. S., Gorry, G. A. (1978)
Plasma lipids as collateral risk factors in coronary artery disease - a study of 371 males with chest pain.
J. Chronic. Dis. 31: 337 - 345
47. Shepherd, J., Packard, C. J., Grundy, S. M., Yeshurun, D., Gotto, A. M., Jr., et al. (1980)
Effects of saturated and polyunsaturated fat diets on the chemical composition and metabolism of low density lipoproteins in man.
J. Lipid. Res. 21: 91 - 99
48. Sommariva, D., Tirrito, M., Bonfiglioli, D., Pogliaghi, I., Cabrini, E., Billintani, L., Fasoli, A. (1985)
Changes in the serum lipoprotein pattern induced by two low-fat diets with a different vegetable content in hypercholesterolemic patients.
Atherosclerosis 56 (1): 119 - 124
49. Stein, Y., Stein, O., Vanderhoek, J. (1976)
Role of serum lipoproteins in the transport of cellular cholesterol.
In Greten, (Hrsb), Lipoprotein Metabolism.
Springer Verlag, Berlin 1976: 99 - 110

50. Stein, E. A., Shapero, J., McNernay, C., Glueck, C. J., Tracy, T., P., Cartside, P. (1982)
Changes in plasma lipid and lipoprotein fractions after alteration in dietary cholesterol, polyunsaturated, saturated, and total fat in free-living normal and hypercholesterolemic children.
Am. J. Clin. Nutr. 35 (6): 1375 - 1390
51. Thompson, P. D., Cullinane, E. M., Eshleman, R., Kantor, M. A., Herbert, P. N. (1984)
The effects of high-carbohydrate and high-fat diets on the serum lipid and lipoprotein concentrations of endurance athletes.
Metabolism 33 (11): 1003 - 1010
52. Turner, J. D., Le, N. A., Brown, W. V. (1981)
Effects of changing dietary fat saturation on low-density lipoprotein metabolism in man.
Am. J. Physiol. 241: E 57 - E 63
53. Vessby, B., Boberg, J., Gustafsson, I.-B., Karlstrom, B., Lithell, H., et al. (1980)
Reduction of high density lipoprotein cholesterol apolipoprotein A-I concentrations by a lipid-lowering diet.
Atherosclerosis 35: 21 - 27
54. Vesby, B., Lithell, H., Boberg, J. (1982)
Reduction of low density and high density lipoprotein cholesterol by fat modified diets.
Hum. Nutr. Clin. Nutr. 36 C: 203 - 211

55. Wahlefeld, A. W., in H. V. Bergmeyer (1974)
Methoden der enzymatischen Analyse.
Verlag Chemie, Weinheim, 3. Auf., Bd. II: 1878
56. Weisweiler, P., Janetschek, P., Schwandt, P. (1985)
Influence of polyunsaturated fats and fat restriction
on serum lipoproteins in humans.
Metabolism 34 (1): 83 - 87
57. Weisweiler, P. (1985)
Diätetische Behandlung der Hyperlipoproteinämie, Sen-
kung atherogener Lipidfraktionen bei Normalpersonen.
Fortsch. Med. 103 (7): 148 - 150
58. Wolfram, G., Schlier, G. (1979)
LDL-Cholesterin und HDL-Cholesterin - Risikofaktor
und Schutzfaktor?
Internist 20: 613 - 618
59. Zilversmit, D. B. (1979)
Atherogenesis: A postprandial phenomen.
Circulation 60: 473 - 485
60. Zönnchen, B., Wolfram, G., Zöllner, N. (1976)
Die Wertigkeit des P/S Quotienten zur Beschreibung
der Wirkung eines Ernährungsfettes auf den Serumchole-
sterinspiegel.
Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 82 (1): 815 - 818

LEBENS LAUF

24.12.1943	In Loucen/CSSR geboren als Tochter von Jaroslav Tomasek und seiner Frau Vera, geborene Krivkova
1949 - 1957	Grund - Hauptschule in Teplice
1961 - 1966	Besuch der UMPRUM in Prag bis zum Abitur
ab 1972	Wohnsitz in der Bundesrepublik Deutschland
1972 - 1973	Studienkolleg München
1974 - 1979	Studium der Zahnmedizin an der Ludwig- Maximilians-Universität München
22.12.1978	Eheschließung mit Wolfgang Orlowski
23.01.1980	Zahnmedizinisches Staatsexamen
24.01.1980	Approbation als Zahnärztin
12.05.1982	Niederlassung als Zahnärztin in Kolbermoor

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. N. Zöllner danke ich dafür,
daß ich das Experiment für meine Dissertation
an der Medizinischen Poliklinik der Universität
München durchführen konnte.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn
Prof. Dr. Wolfram für das Thema meiner Arbeit
und bei Herrn Priv.- Doc. Dr.O. Adam für seine
freundliche und tatkräftige Unterstützung.

Frau R. Fischer danke ich für ihre Hilfe in
allen labortechnischen Fragen.



